

Territórios renováveis, paisagens emergentes

Tese de Doutoramento 2015

- tomo I -

Territorios renovables, paisajes emergentes

Tesis Doctoral 2015

Doctorando: José Manuel Izquierdo Toscano

Directora: María Teresa Pérez Cano

Programa de Doctorado: Ciudad, Paisaje y Territorio

Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio. Universidad de Sevilla

Territorios renovables, paisajes emergentes

Territórios renováveis, paisagens emergentes



Tesis Doctoral 2015

Doctorando: José Manuel Izquierdo Toscano

Directora: María Teresa Pérez Cano

Programa de Doctorado: Ciudad, Paisaje y Territorio

Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio
Universidad de Sevilla

Dedicatoria

A mis Macas. A Winona, la mejor. A mi familia.



Agradecimientos

A Teresa por su paciencia y guía, por su generosidad, por su confianza en los momentos de duda. A Juan Luis por aparecer en la encrucijada, por su energía.

A tantas y tantas personas que han atendido mis consultas, que me han abierto instalaciones, que me han transmitido su experiencia.

Territorios renovables, paisajes emergentes

Territórios renováveis, paisagens emergentes

*“... estoy en el puro porvenir que me rodea. El porvenir es el
mar, el viento, el cielo, la luz”*

J.M.G. Le Clézio

Índice pormenorizado / Índice detalhado

Parte I - tomo I:

1.- Planteamiento general.....	1
1.1.- Introducción.....	3
1.2.- Objetivos y estructura.....	6
1.3.- Justificación.....	11
1.4.- Estado de la cuestión y metodología.....	13
1.4.1. Estado de la cuestión.....	13
1.4.2. Metodología.....	21
1.- Abordagem geral	27
2.- Energía, sociedad y medio ambiente.....	53
2.1.- Los costes del actual modelo económico.....	55
2.2.- Un nuevo paradigma: la “sostenibilidad”.....	65
2.3.- Kioto y los tratados internacionales.....	70
2.4.- Ecología y sociedad.....	75
.- Referencia de las figuras.....	79

3.- Las renovables en el modelo energético.....	81
3.1.- Aproximación al mercado energético.....	83
3.2.- El reto de las energías “verdes”.....	90
3.3.- Las renovables en Andalucía.....	98
3.4.- Alternativas y estrategias energéticas.....	104
.- Referencia de las figuras.....	110
4.- Hacia una nueva cultura urbanística y del territorio.....	113
4.1.- Tras unas huellas remotas.....	115
4.2.- La percepción de la naturaleza.....	119
4.3.- La disyuntiva del urbanismo.....	126
4.4.- La acción local.....	131
4.5.- Cuestión de hábitat.....	137
4.6.- Un planeamiento “verde”.....	142
4.7.- El papel de las renovables.....	145
.- Referencia de las figuras.....	154

Parte II - tomo II:

5.- Energías renovables. Antecedentes.....157

5.1.- El hombre y los recursos renovables.....159

5.1.1. Tras la fuerza del viento.....160

5.1.2. Bajo el orden del sol.....170

5.1.3. Aprovechando otros recursos naturales.....177

5.2.- Generación de electricidad y otras aplicaciones.....192

5.2.1. Un nuevo ingenio: el aerogenerador.....193

5.2.2. Paneles aislados y grandes centrales solares.....201

5.2.3. De los saltos de agua a la biomasa.....208

.- Referencia de las figuras.....214

6.- Energías renovables. Aprovechamiento.....219

6.1.- Recurso y emplazamientos.....221

6.1.1. Recursos eólicos.....222

6.1.2. Radiaciones solares.....231

6.1.3. Recursos renovables.....237

6.2.- Sistemas de aprovechamiento.....247

6.2.1. Aerogeneradores y parques eólicos.....248

6.2.2. Plantas y paneles solares.....256

6.2.3. Otros sistemas renovables.....269

.- Referencia de las figuras.....279

7.- Energías renovables. Incidencia territorial.....283

7.1.- Territorio y medio ambiente.....285

7.2.- Huellas territoriales de las renovables.....288

7.2.1. Eólica.....289

7.2.1.1. Modelos de ocupación territorial.....289

7.2.1.1-1. Parques eólicos terrestres.....290

7.2.1.1-2. Parques eólicos marinos.....296

7.2.1.2. Incidencia territorial de la energía eólica.....300

7.2.2. Solar.....317

7.2.2.1. Modelos de ocupación territorial.....317

7.2.2.1-1. Huertos solares FV.....320

7.2.2.1-2. Plantas termosolares.....335

7.2.2.2. Incidencia territorial de la energía solar.....349

.- Referencia de las figuras.....360

8.- Energías renovables. Paisaje.....	363
8.1.- La cuestión del paisaje.....	365
8.1.1. Consideraciones previas.....	366
8.1.2. La representación del paisaje.....	370
8.2.- Incidencia paisajística de las renovables.....	377
8.2.1. Antecedentes.....	378
8.2.1.1. Considerando la escala.....	378
8.2.1.2. Herramientas actuales.....	385
8.2.1.3. Paisaje rural versus urbano.....	388
8.2.2. El paisaje eólico.....	399
8.2.2.1. Molinos en la memoria.....	399
8.2.2.2. Particularidades.....	408
8.2.2.2-1. Parques eólicos terrestres.....	408
8.2.2.2-2. Parques eólicos marinos.....	428
8.2.3. El paisaje solar.....	430
8.2.3.1. Referencias solares.....	430
8.2.3.2. Particularidades.....	436
8.2.3.2-1. Centrales termosolares.....	436
8.2.3.2-2. Huertos fotovoltaicos.....	456
8.2.3.2-3. Instalaciones urbanas.....	471
.- Referencia de las figuras.....	478

Parte II - tomo III:

9.- Conclusiones y propuestas.....	485
9.1.- Conclusiones generales.....	487
9.1.1. Medio ambiente, modelo energético y EERR.....	488
9.1.2. El papel del planeamiento.....	492
9.1.3. Antecedentes y fundamentos de las EERR.....	496
9.1.4. Renovables y territorio.....	501
9.1.5. Renovables y paisaje.....	506
9.2.- Propuestas hacia un futuro renovable.....	514
9.2.1. Territorios renovables.....	515
9.2.2. Paisajes emergentes.....	521
9.2.3. Por unas ordenanzas reguladoras de instalaciones de EERR.....	528
9.- Conclusões e propostas	531
Anexos.....	579
A.I.- Estudio de caso: Central solar fotovoltaica de Amareleja (Portugal).....	579
.- Referencia de las figuras.....	596

A.II.- Aspectos legales.....	597
a.II.1. Marco normativo en la Unión Europea.....	598
a.II.2. Marco normativo en el Estado español.....	600
a.II.3. Marco normativo en Andalucía.....	613
a.II.4. Referencias bibliográficas.....	624
 Bibliografía	629
 Índice de figuras.....	645
 Índice general de contenidos.....	663

Índice detalhado

Parte I - tomo I:

1.- Abordagem geral.....	1
1.1.- Introdução.....	3
1.2.- Objetivos e estrutura.....	6
1.3.- Justificativa.....	11
1.4.- Estado da arte e metodologia	13
1.4.1. Estado da arte.....	13
1.4.2. Metodologia.....	21
2.- Energia, sociedade e meio ambiente.....	53
2.1.- Os custos do modelo econômico atual.....	55
2.2.- Um novo paradigma: a “sustentabilidade”.....	65
2.3.- Kioto e os tratados internacionais.....	70
2.4.- Ecologia e sociedade.....	75
.- Referência de figuras.....	79

3.- Energias renováveis no modelo energético.....	81
3.1.- Aproximação ao mercado energético.....	83
3.2.- O desafio das energías “verdes”.....	90
3.3.- As energias renováveis em Andalusia.....	98
3.4.- Alternativas e estratégias energéticas.....	104
.- Referência de figuras.....	110
4.- Para uma nova cultura urbanística e território.....	113
4.1.- Após pegadas remotas.....	115
4.2.- A percepção da natureza.....	119
4.3.- O disjuntivo do urbanismo.....	126
4.4.- A ação local.....	131
4.5.- Questão de habitat.....	137
4.6.- Um planejamento “verde”	142
4.7.- O papel das energias renovables.....	145
.- Referência de figuras.....	154

Parte II - tomo II:

5.- Energias renováveis. Antecedentes.....157

5.1.- O homem e os recursos renováveis.....159

5.1.1. Pela força do vento.....160

5.1.2. Sob a ordem do sol.....170

5.1.3. Aproveitando outros recursos naturais.....177

5.2.- Geração de eletricidade e outras aplicações.....192

5.2.1. Um novo engenho: a turbina eólica.....193

5.2.2. Painéis isolados e grandes centrais solares.....201

5.2.3. Das quedas d’água à biomassa.....208

.- Referência de figuras.....214

6.- Energias renováveis. Aproveitamento.....219

6.1.- Recurso e localizações.....221

6.1.1. Recursos eólicos.....222

6.1.2. Radiações solares.....231

6.1.3. Recursos renováveis.....237

6.2.- Sistemas de aproveitamento.....247

6.2.1. Moinhos e turbinas eólicas.....248

6.2.2. Plantas e painéis solares.....256

6.2.3. Outros sistemas de energia renovável.....269

.- Referência de figuras.....279

7.- Energias renováveis. Incidência territorial.....283

7.1.- Território e meio-ambiente.....285

7.2.- Pegadas territoriais das energias renováveis.....288

7.2.1. Eólica.....289

7.2.1.1. Modelos de ocupação territorial.....289

7.2.1.1-1. Parques eólicos terrestres.....290

7.2.1.1-2. Parques eólicos marinhos.....296

7.2.1.2. Impacto territorial da energia eólica.....300

7.2.2. Solar.....317

7.2.2.1. Modelos de ocupação territorial.....317

7.2.2.1-1. Plantas solares fotovoltaicas.....320

7.2.2.1-2. Plantas solares térmicas.....335

7.2.2.2. Impacto territorial da energia solar.....349

.- Referência de figuras.....360

8.- Energias renováveis. Paisagem.....	363
8.1.- A questão da paisagem.....	365
8.1.1. Considerações prévias.....	366
8.1.2. A representação da paisagem.....	370
8.2.- Impacto paisagístico das energias renováveis.....	377
8.2.1. Antecedentes.....	378
8.2.1.1. Considerando a escala.....	378
8.2.1.2. Ferramentas atuais.....	385
8.2.1.3. Paisagem rural versus urbana.....	388
8.2.2. A paisagem eólica.....	399
8.2.2.1. Moinhos na memória.....	399
8.2.2.2. Particularidades.....	408
8.2.2.2-1. Parques eólicos terrestres.....	408
8.2.2.2-2. Parques eólicos marinhos.....	428
8.2.3. A paisagem solar.....	430
8.2.3.1. Referências solares.....	430
8.2.3.2. Particularidades.....	436
8.2.3.2-1. Centrais térmicas solares.....	436
8.2.3.2-2. Plantas fotovoltaicas.....	456
8.2.3.2-3. Instalações urbanas.....	471
.- Referência de figuras.....	478

Parte II - tomo III:

9.- Conclusões e propostas.....	485
9.1.- Conclusões gerais.....	487
9.1.1. Meio-ambiente, modelo energético e ER.....	488
9.1.2. O papel do planeamento.....	492
9.1.3. Antecedentes e fundamentos das ER.....	496
9.1.4. Energias renováveis (ER) e território.....	501
9.1.5. Energias renováveis (ER) e paisagem.....	506
9.2.- Propostas para territórios renováveis.....	514
9.2.1. Territórios renováveis.....	515
9.2.2. Paisagens emergentes.....	521
9.2.3. Por uma portarias reguladoras das ER.....	528
Anexos.....	579
A.I.- Estudo de caso:	
Central solar fotovoltaica de Amareleja (Portugal).....	579
.- Referência de figuras.....	596

A.II.- Aspectos legais.....	597
a.II.1. Quadro normativo da União Europeia.....	598
a.II.2. Quadro normativo da Estado Espanhol.....	600
a.II.3. Quadro normativo da Andalusia.....	613
a.II.4. Referências bibliográficas.....	624
 Referências bibliográficas	629
 Índice ilustrações.....	645
 Índice general de conteúdos.....	663

1.- PLANTEAMIENTO GENERAL.....

1.1.- Introducción.

1.2.- Objetivos y estructura.

1.3.- Justificación.

1.4.- Estado de la cuestión y metodología.

1.4.1. Estado de la cuestión.

1.4.2. Metodología.

.- Referencias de las figuras.

1.- PLANTEAMIENTO GENERAL.....

La tesis doctoral “Territorios renovables, paisajes emergentes” da continuidad a una línea de investigación iniciada con la irrupción en el territorio de las primeras instalaciones de energías renovables. A lo largo de estos años hemos asistido a la intensificación del proceso, con la consolidación de determinadas tendencias, y a su paréntesis actual. La ausencia o indefinición del planeamiento ha facilitado la colmatación de algunas áreas, con el consiguiente aumento de su incidencia sobre el entorno. En este contexto, la presente tesis tiene como objeto aportar propuestas que contribuyan a la mejora en la implantación territorial de las energías renovables. A tal efecto, se ha seguido una metodología que ha quedado reflejada en la propia estructura de la tesis. Sus contenidos, con especial atención a los aspectos paisajísticos y territoriales, han permitido alcanzar unos resultados que cubren adecuadamente los objetivos planteados.

1.1 INTRODUCCIÓN

“Territorios Renovables, Paisajes Emergentes” es una tesis doctoral inspirada en una serie de inquietudes personales que me han acompañado en los últimos años. Estas surgen a partir del seguimiento de un conjunto de procesos caracterizados por su complejidad e incidencia sobre el paisaje y el territorio. Los profesionales dedicados a la disciplina urbanística constatan, en su quehacer diario, los vínculos existentes entre la evolución de la acción humana y la aparición de nuevas formas de asentamiento sobre el territorio. En nuestra capacidad para reconocer e interpretar correctamente estos procesos reside la clave que nos permita aportar soluciones adecuadas al reto planteado: la organización de una sociedad y sus actividades sobre el territorio.

De entre todas las actividades humanas destacan, por su intensidad, las derivadas de la producción, distribución y transporte de energía. Atender una creciente demanda ha precisado el tejido, a lo largo de los siglos, de redes que estructuran el territorio tal y como hoy lo conocemos. Estas redes han puesto al alcance del sector energético vastos recursos, ubicados en yacimientos lejanos, cuya explotación ha

incrementado el desacople territorial de una de las actividades con mayor cuota de responsabilidad en el deterioro del medioambiente. Las conclusiones de los sucesivos informes del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) ratifican los costes ambientales de una economía cimentada en los combustibles fósiles.

La reacción ciudadana, en aquellos países más sensibles con la preservación del equilibrio ecológico del planeta, ha incrementado las exigencias medioambientales. Esta demanda social, unida a los constantes avances tecnológicos, ha favorecido la búsqueda de alternativas energéticas. El ahorro y la eficiencia energética, así como la recuperación de prácticas y hábitos de comportamiento desgraciadamente olvidados, han pasado a un primer plano.

En este contexto irrumpen con fuerza las denominadas “energías renovables”, que aprovechan el potencial de unos recursos energéticos considerados como no contaminantes e inagotables a escala humana. La proliferación de instalaciones renovables en nuestro entorno, en especial durante la última década, nos convierte en observadores privilegiados de este proceso de incorporación al territorio de nuevas realidades.

Su implantación no está exenta de incidencia ambiental, si bien muy inferior a la derivada de las energías convencionales, y genera tensiones visuales y territoriales que requieren de una planificación adecuada. Debemos concebir soluciones que establezcan una dialéctica entre estas “arquitecturas emergentes” y su entorno si aspiramos a la configuración de paisajes de calidad. Para alcanzar este objetivo irrenunciable, en sociedades avanzadas, resulta imprescindible un profundo conocimiento de las mismas. El ejercicio necesario para desvelar las claves de su lógica de implantación abarca temas tan variados como medio ambiente, energía, tecnología, historia, planeamiento, paisaje, cultura, patrimonio, etc.

La tesis “Territorios renovables, paisajes emergentes” versa sobre estos complejos procesos vinculados a la implantación de energías renovables sobre el territorio y ante los que contamos con escasas referencias. Su concepción ha sido dinámica, alimentándose de otras experiencias provenientes del campo de la investigación y del ejercicio profesional. Esta investigación ha ido planteando resultados parciales mediante comunicaciones en congresos, artículos en revistas, publicación de libros o realización de exposiciones. Así, soy autor del libro titulado “Energía eólica y territorio”, publicado por el Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla,

investigación que recoge parte del esfuerzo realizado durante la etapa de suficiencia investigadora que ha precedido a esta tesis.

La publicación “Energía eólica y territorio”, presentada el día 20 de mayo de 2009 en el marco de la Feria del Libro de Sevilla, es la número 19 de la colección KORA (fruto del acuerdo entre la Universidad de Sevilla y la Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía).

La labor investigadora ha tenido continuidad, estableciéndose un flujo de ida y vuelta con la elaboración de la tesis, en otros ámbitos. Esta inquietud me llevó a colaborar en la fundación de una organización sin ánimo de lucro, denominada Grupo Estudios Avanzados sobre Territorio y Medio Ambiente “Textura”, creada en el año 2009 con el objetivo de profundizar en el conocimiento de procesos con incidencia sobre el territorio y el medio ambiente. Entre otras acciones emprendidas subrayaremos:

- La exposición fotográfica “El paisaje de renovables en Andalucía”.

- La publicación de la monografía “Energías renovables: paisaje y territorio andaluz”.
- La colaboración con SEO/Birdlife en las jornadas “Por un futuro renovable”.

La muestra titulada “El paisaje de las renovables en Andalucía”, presentada en el Parque de las Ciencias de Granada en diciembre de 2010 y en la Casa de la Provincia de Sevilla en marzo de 2011, constituye una exposición fotográfica de 21 panoramas que pretende acercar al visitante el escenario de aprovechamiento de los recursos energéticos renovables.

La publicación titulada “Energías renovables: panorama andaluz”, de la que fui coordinador y coautor de uno de sus capítulos, fue presentada en 2010 con el apoyo de la Agencia Andaluza de la Energía y Red Eléctrica de España. Plantea un conjunto de reflexiones, procedentes de múltiples disciplinas, a escalas distintas y sobre materias a priori distantes que terminan superponiéndose en no pocos aspectos. Esta coordinación me ha permitido conocer el enfoque sobre la cuestión de disciplinas como la ingeniería, geografía, arquitectura, biología, abogacía o el periodismo.

Por último, las jornadas “Por un futuro renovable” fueron desarrolladas entre mayo y junio de 2011. Concebidas como punto de encuentro y trabajo colectivo de entidades de la sociedad civil, empresas e instituciones, sus resultados tratan de acercarnos a un horizonte en el que las renovables se conviertan en las fuentes energéticas protagonistas.

1.2 OBJETIVOS Y ESTRUCTURA :

A fin de completar el objetivo principal, la aportación de propuestas para un correcto manejo paisajístico y territorial de la implantación de instalaciones de energías renovables, se hace preciso el cumplimiento de otros objetivos generales y específicos en base a los cuales se ha determinado la estructura de la tesis.

Los objetivos generales que se pretenden alcanzar mediante el presente estudio son:

- Conocer de manera objetiva y real el estado actual del sector de las energías renovables (implantación, empleo, potencia instalada, incidencia sobre el medio ambiente, impacto paisajístico, potencial de desarrollo etc.) y proponer medidas que permitan mejorar aquellos aspectos negativos detectados, así como vislumbrar el escenario futuro (a corto y medio plazo).
- Contribuir a establecer un debate imprescindible en los próximos años: la incorporación de infraestructuras de energías renovables a nuestro entorno.

- Aprovechar el carácter pionero de algunas instalaciones renovables implantadas en la Península Ibérica, con atención especial a las instaladas en Andalucía, para determinar la evolución del sector en las últimas décadas y esbozar su posible configuración urbano-territorial futura.

Por su parte los objetivos específicos de la investigación, así como los enfoques teóricos establecidos para lograrlos, son:

- Contribuir a la integración de las instalaciones de energías renovables en nuestro entorno. Para ello se debe procurar su armonización con el resto de actividades humanas y los valores y recursos culturales y naturales presentes en el medio.
- Aportar ideas y claves a los diferentes actores implicados en el desarrollo de las renovables (Administraciones Públicas, instituciones de enseñanza, empresas, sociedad civil, etc.) que faciliten la aplicación de acciones creativas que incrementen la presencia de instalaciones renovables desde una óptica de la sostenibilidad real.

- Reflexionar sobre la adecuación de las instalaciones de energías renovables a entornos o elementos de significado valor natural, patrimonial y paisajístico. Para la consecución de este punto resulta esencial un conocimiento profundo de los valores naturales, patrimoniales y paisajísticos referidos, así como determinar su potencial de asimilación de estas nuevas realidades.
- Acelerar el cambio de percepción de una ciudadanía, no dispuesta a renunciar a su bienestar energético, frente a las energías renovables mediante la difusión de estas prácticas sostenibles entre ciudadanos, centros de enseñanza y colectivos.
- Contribuir a la adecuación de la disciplina del urbanismo, mediante la asimilación de nuevas herramientas y conceptos teóricos, para que pueda aportar soluciones a realidades territoriales inéditas como las renovables.

Para alcanzar los objetivos anteriormente expuestos, generales y específicos, hemos establecido los contenidos en torno a los siguientes bloques:

- PARTE I: Un primer frente en el que trataremos de proporcionar una visión global sobre la problemática medioambiental, las claves de la aparición de las energías renovables y los debates en torno a la necesidad de una nueva cultura urbanística y del territorio.
- PARTE II: Un segundo frente en que nos centraremos en las energías renovables (antecedentes, recursos disponibles, tipos de aprovechamiento, etc.) y su incidencia paisajística y territorial. Este bloque incluirá la aportación de conclusiones y propuestas encaminadas a conseguir el objetivo principal de la tesis.
- Todo ello se completará con una serie de ANEXOS que complementen los contenidos de la investigación. Un primer anexo, que incluye un estudio de caso centrado en una planta solar fotovoltaica ubicada en la región del Alentejo, fruto de la estancia investigadora desarrollada en Portugal. Un segundo anexo que contiene un análisis sobre el cambiante marco legal vigente, en el estado español, para la implantación de instalaciones de energías renovables.

A su vez, el conjunto de partes que componen el cuerpo de la tesis se estructura en una serie de capítulos y apartados que pasamos a exponer a continuación:

- Un capítulo inicial que fijará el marco en el que se encuadra la concepción de la investigación y su posterior proceso de desarrollo. También se expondrán sus objetivos y fundamentos, así como la justificación de la relevancia y novedad de la propuesta. Consideramos esencial reparar en la utilidad y aplicabilidad de los resultados del presente estudio. Finalmente determinará su alcance, estableciendo los ámbitos y escalas seleccionados, y revisa la metodología y recursos empleados.
- Un segundo capítulo que pretende acercarse a los costes medioambientales vinculados al actual modelo económico, con el cambio climático y la destrucción de hábitats naturales como máximos exponentes. Este capítulo destinará un apartado al análisis del concepto de la sostenibilidad, como paradigma de nuestro tiempo, y a su deriva de progresiva pérdida de contenido en los últimos años. Finalmente repararemos en el reflejo de

esta problemática en los tratados internacionales y las demandas ecológicas de una sociedad cada vez más sensible al deterioro ambiental del planeta.

- El tercer capítulo intentará aportar claves de la inserción de las energías renovables en el modelo energético y la situación actual del sector. Para ello se hará necesaria una aproximación previa al funcionamiento del mercado energético, cuya cambiante regulación y régimen tarifario dificultan una gestión transparente y comprensible por los consumidores.
- Un capítulo cuarto en el que exploraremos la capacidad de respuesta disponible con las herramientas del urbanismo. En el mismo realizaremos un análisis crítico del estado actual de la disciplina y se avanzarán algunas propuestas para adecuarla a los retos que debe afrontar. Entre las mismas pretendemos incluir algunas recomendaciones sobre el papel que pueden desempeñar las energías renovables en la revisión disciplinar del urbanismo.
- La Parte II de la tesis, exclusivamente centrada en los fundamentos de las energías renovables y su incidencia

sobre el paisaje y el territorio, la iniciaremos con el capítulo quinto. En el mismo se intentará recuperar un vínculo establecido por el hombre y los recursos renovables, desde tiempos inmemoriales, que ha pasado recientemente a la actualidad. La evolución tecnológica que atestigua la transformación de viejos molinos de viento en innovadores aerogeneradores, da buena fe de la vigencia derivada de una correcta lectura de las leyes naturales. Igualmente trataremos lo acontecido en torno al aprovechamiento de la radiación solar, de la fuerza de las mareas, del calor transmitido desde el núcleo a la corteza de la Tierra, etc.

- En el sexto capítulo nos acercaremos a los condicionantes derivados de la propia configuración de los emplazamientos y de la tecnología disponible para la explotación de los recursos renovables. Ambos elementos se encuentran estrechamente ligados ya que la tecnología a nuestro alcance determina, en buena parte, la selección de emplazamientos susceptibles de un aprovechamiento energético de sus recursos renovables.

- El capítulo séptimo abarcará una de las cuestiones fundamentales de la tesis, la incidencia territorial asociada a la implantación de las energías renovables. Con carácter previo a su estudio revisaremos una serie de conceptos vinculados con el territorio y el medio ambiente. Y es que el territorio es un concepto que ha sido interpretado, con sus enfoques característicos, por buena parte de las disciplinas y ramas del conocimiento humano. Dado lo extenso de la materia, desde este punto y hasta completar la investigación, nos centraremos en el tratado de las instalaciones renovables de origen eólico y solar. Se analizarán sus huellas territoriales, así como los diversos modelos de ocupación territorial (parques eólicos terrestres y marinos, huertos solares, plantas termosolares, etc.). A efectos de obtener un acercamiento más certero, nuestra investigación incluirá el estudio de la incidencia territorial de instalaciones reales correspondientes a diversas tipologías renovables. No debemos obviar que nuestro entorno contiene un excelente muestrario, con sus aspectos positivos y negativos, de la evolución de la implantación de las energías renovables en las últimas décadas.

- La otra cuestión fundamental para el cumplimiento de nuestros objetivos, el paisaje, es abordada ampliamente en el capítulo octavo. En el mismo se revisarán algunas de los aspectos esenciales en la cuestión del paisaje como la escala de trabajo, las herramientas disponibles o las características del ámbito seleccionado. Con carácter previo al estudio de la incidencia paisajística de cada tecnología, tanto eólica como solar, haremos un ejercicio de memoria acerca de la evolución perceptiva sobre los sistemas de aprovechamiento energético renovable hasta la actualidad. Se tratarán aspectos teóricos contrastados con ejemplos reales de la incidencia paisajística de instalaciones de energía renovable.
- El último capítulo del segundo bloque aportará las conclusiones de la tesis así como un conjunto de aportaciones y medidas concretas para una implantación equilibrada de instalaciones renovables (eólicas y solares). Finalmente se ha redactado, ante la falta de referencias al respecto, una propuesta metodológica para la redacción de unas ordenanzas reguladoras de energías renovables.
- Para la tesis se han elaborado figuras (cuadros, esquemas, imágenes, planos, etc.) que acompañan el contenido expuesto en el texto. Se ha dispuesto al final de cada capítulo un apartado, al objeto de facilitar su identificación, con las referencias de las figuras correspondientes al capítulo en cuestión.
- Igualmente, la tesis incluye capítulos y apartados traducidos al portugués. En concreto el índice, los capítulos primero y noveno y el estudio de caso incluido en el primer anexo. Para su mejor comprensión e identificación, estos capítulos han sido incorporados a continuación del capítulo al que traducen y con el texto grafiado con un color que lo distingue.
- Los ANEXOS que completarán la tesis doctoral, como hemos expuesto en líneas superiores, responden a objetivos propios que aconsejaban una ubicación diferenciada. Por una parte, y fruto de la estancia investigadora en Portugal, contamos con un estudio de caso centrado en la central solar de Amareleja (Alentejo). El segundo anexo contendrá un análisis sobre el marco normativo de las energías renovables.

1.3 JUSTIFICACIÓN :

La tesis doctoral “Territorios renovables, paisajes emergentes” ha optado por una línea de investigación centrada en el análisis de las energías renovables, con especial atención a su incidencia territorial y paisajística. La dimensión de los temas afectos por la misma: medioambiente, sostenibilidad, energía, paisaje, problemática social, aspectos legales, territorio, etc., exige delimitar el alcance del estudio. Esta acotación previa resulta fundamental para garantizar la relevancia de la tesis, orientándola hacia un campo en el que no abundan las referencias, así como la aplicabilidad de sus resultados.

Como hemos expuesto en el apartado de introducción, las energías renovables se han convertido en una línea de investigación que me acompaña en los últimos años. En este periodo de tiempo la maduración de algunos procesos, incipientes hace apenas una década, y el perfil adquirido por ciertas tendencias requieren un estudio detallado. La tesis “Territorios renovables, paisajes emergentes” da continuidad a este esfuerzo investigador, ininterrumpido en los últimos años, y nos permite profundizar en alguno de sus aspectos que consideramos inéditos y con mayor relevancia.

El estado actual de la cuestión nos permite indicar que no abundan reflexiones, desde el campo del urbanismo y la ordenación del territorio, sobre la materia que nos ocupa. Y es que el fenómeno de las energías renovables ha sido abordado frecuentemente desde enfoques ajenos a su proyección sobre el territorio y el paisaje. Habitualmente entendemos que versan sobre los aspectos técnicos de la instalación (costes, dispositivos electrónicos, etc.), la potencialidad de recursos renovables disponibles en el territorio, su reflejo en los tratados y políticas internacionales, su inclusión en la gestión local, su repercusión en los movimientos sociales, etc.

Por ello consideramos necesario un estudio que pivote en la interrelación de las instalaciones de energías renovables con el entorno de sus emplazamientos y, consecuentemente, en su incidencia paisajística y territorial. No debemos pasar por alto que la ejecución de buena parte de las instalaciones renovables responde a una lógica eminentemente productivista, dejando de lado otras consideraciones. El resultado de esta dinámica ha ocasionado una clara huella sobre el territorio, generando en ocasiones controversias subsanables mediante una correcta planificación (a escala tanto urbana como territorial) y una posterior implantación mediante proyectos adecuados.

La ejecución de proyectos de energías renovables requiere, debido a su complejidad, de equipos multidisciplinares que concilien una visión global con un alto grado de especialización sectorial. Sin embargo, podemos constatar la escasa participación de profesionales del planeamiento, la arquitectura, el paisajismo, etc. en estos equipos de trabajo. Hacemos referencia a profesionales con formación específica para incluir los aspectos paisajísticos y territoriales entre los fundamentos del proyecto.

Este trabajo intenta contribuir en la tarea de sensibilizar a favor de la necesidad de incorporar nuevos enfoques disciplinarios, que complementen a los actuales, en la confección de las respuestas precisas para una planificación integral de calidad en pos de un proyecto colectivo de paisaje.

A este respecto no debemos obviar el estado actual de una disciplina urbanística pendiente de adecuación al contexto contemporáneo. Esta tesis apunta algunas líneas de acción para reivindicar el papel de una “disciplina urbanística renovada” como mecanismo efectivo que permita armonizar la implantación de nuevas actividades humanas, como las renovables, en el territorio.

Para el desarrollo de la investigación hemos recurrido al estudio de instalaciones renovables, como exponemos en el aparatado siguiente, en diversos lugares. El principal criterio para su selección ha sido el carácter pionero o singular de algunas de estas infraestructuras. Podemos destacar como algunas de las mismas se encuentran en nuestro propio ámbito geográfico.

Las referencias a modelos y experiencias desarrolladas en Andalucía son una constante en la tesis. El territorio andaluz constituye un marco ideal para nuestra investigación ya que dispone de recursos renovables en buena parte de su geografía. El hecho de haber acogido los primeros proyectos, tanto experimentales como comerciales, nos ha permitido analizar de cerca la evolución de las renovables en los últimos años. La puesta en marcha a principios de los ochenta de la Plataforma Solar de Almería en Tabernas (Almería) o del primer aerogenerador experimental de media potencia en Tarifa (Cádiz), resultó clave para la posterior expansión del sector en el resto de la Península Ibérica. Esta presencia cercana, de una amplia gama de tecnologías, constituye una valiosa fuente de información sobre la incidencia territorial real de las renovables que conviene poner en valor.

1.4 ESTADO DE LA CUESTIÓN Y METODOLOGÍA :

1.4.1. Estado de la cuestión.....

Las energías renovables han sido abordadas desde los más variados enfoques. Entre las referencias con las que contamos al respecto distinguiremos en base a la óptica del estudio.

El **deterioro ambiental** del planeta y sus repercusiones (sociales, medioambientales, económicas, políticas, etc.), han puesto en primer término conceptos como la sostenibilidad o el cambio climático global. Entre las estrategias, informes y publicaciones sobre la materia destacaremos:

BETTINI, Virginio, *Elementos de ecología urbana*, Madrid, Trotta, 1998.

Alerta sobre el vaciado de contenido de la “sostenibilidad” desde la óptica de la problemática urbana europea.

NACIONES UNIDAS, *Our Common Future*, Comisión Mundial de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Nueva York, 1987.

Conocido también como “Informe Brundtland”, entre cuyas aportaciones destaca su definición del desarrollo sostenible.

PANEL INTERGUBERNAMENTAL SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO, *Cambio climático. Informe de síntesis*, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), Ginebra, (varios años).

Sus informes se han convertido en una de las grandes referencias.

REES, William E. y WACKERNAGEL, Mathis, *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. Gabriola Island, BC: New Society Publishers, 1996.

Desarrollando estudios anteriores sobre el concepto de “huella ecológica”.

BETTINI, Virginio, *Elementos de ecología urbana*, Madrid, Trotta, 1998.

Alerta sobre el vaciado de contenido de la “sostenibilidad” desde la óptica de la problemática urbana europea.

El futuro de las renovables como **alternativa energética** se encuentra influenciado por las propias características del sistema energético en el que se deben insertar. Para abordar esta cuestión podemos considerar los siguientes estudios e informes anuales:

AGENCIA ANDALUZA DE LA ENERGÍA, *Datos energéticos de Andalucía*, Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo, (varios años).

Análisis anual que incluye balance energético de Andalucía.

ALEKLETT, Kjell, HÖÖK, Mikael, JAKOBSSON, Kristofer, LARDELL, Michael, SNOWDEN, Simon, SÖDERBERGH, Bengt, *The Peak of Oil Age*, Energy Policy, Volume 38, pp.1398-1414, 2010.

Estos componentes del grupo de investigación de Sistemas Energéticos Globales, de la Universidad de Uppsala, propugnan que ya se ha alcanzado el cenit del petróleo.

COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, *European energy, transport and ghg emissions trends to 2050, reference scenario 2013*, Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, 2014.

Actualiza los publicados en 2003, 2005, 2007 y 2009, y presenta el escenario de referencia actual en Europa y su tendencia hasta mediados de este siglo.

MARTÍN MUNICIO, Ángel, COLINO MARTINEZ, Antonio, (Dir.). *Diccionario Español de la Energía*, Ediciones Doce Calles, Aranjuez (Madrid), 2003.

Además del significado de los términos, todos traducidos al inglés, incluye una serie de artículos especializados.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO, *La energía en España*, Madrid, (varios años).

Informe anual con la evolución del mercado energético.

REE, *Informe del sistema eléctrico español*, Madrid, (varios años).

El operador presenta en este informe anual, desde 1995, los datos del comportamiento del sistema eléctrico español.

SEO BIRDLIFE, *Por un futuro renovable*, Madrid, 2011.

Identifica las dificultades de implantación de las energías renovables y propone líneas de actuación para superarlas. En su redacción han colaborado representantes de universidades y entidades públicas y privadas, etc.

Sobre el papel a desempeñar por la **disciplina urbanística** en este contexto, con las limitaciones derivadas de la obsolescencia de sus propios instrumentos, así como de la renovación que precisa para adecuar su capacidad de respuesta a los retos contemporáneos; destacaremos las siguientes reflexiones:

EZQUIAGA, José María, *El porvenir de una ilusión. Elementos para una nueva cultura urbanística*, Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España, arquitectos nº 178, Madrid, CSCAE, 2006, pp. 85.

Reflexiona sobre el estado de la disciplina y aporta claves para su renovación.

GRUPO ADUAR, *Diccionario de Geografía Urbana, Urbanismo y Ordenación del Territorio*, Madrid, Ariel, 2000.

De gran ayuda para un correcto empleo de términos y expresiones de las disciplinas que abarca.

HALL, Peter. *Ciudades del mañana. Historia del urbanismo en siglo XX*. Ediciones del Serbal. Barcelona, 1996.

Repaso histórico al papel desempeñado por el urbanismo del siglo pasado. El autor cuestiona que las soluciones propuestas, más allá de haber demostrado su capacidad para transformar el espacio urbano, hayan contribuido a atajar los problemas sociales a los que debe dar respuesta.

HIGUERAS, Ester, *Urbanismo Bioclimático*, Barcelona, Gustavo Gilli, SA, 2006.

Aporta una metodología clara para incorporar los principios bioclimáticos a las propuestas de ordenación urbana y territorial.

L. MCHARG, Ian, *Design with Nature*, New York, Falcon Press, 1969.

Esta obra, reeditada varias veces en numerosos idiomas, es un referente para la planificación ecológica y mantiene buena

parte de su vigencia. Nos ayuda a ponderar el impacto que tienen las intervenciones del hombre sobre el medio físico.

LÓPEZ CANDEIRA, José A., *Diseño urbano. Teoría y práctica*, Madrid, Editorial Munilla - Lería, 1999.

Notable manual de arquitectura, que incluye teoría y práctica, para el diseño urbano.

RUANO, Miguel., *Ecourbanismo*, Barcelona, Gustavo Gilli, SA, 1999 y GAUZIN-MÜLLER, Dominique, *Arquitectura Ecológica*, Barcelona, Gustavo Gilli, SA, 2002.

Ambas obras incluyen referencias al marco teórico en el que se desenvuelve la arquitectura y el planeamiento ecológico así como ejemplos contemporáneos.

YÁNEZ, Guillermo, *Arquitectura solar: aspectos pasivos, bioclimatismo e iluminación natural*, Madrid, MOPU, Dirección General para la Vivienda y Arquitectura, 1988.

Estudia la adecuación de los edificios y las ciudades a las condiciones climáticas del lugar, incluyendo sus antecedentes históricos.

ROGERS, Richard y GUMUCHDJIAN, Philip, *Cities for a Small Planet*, London, Faber & Faber Limited, 1997.

Analiza la incidencia de la configuración de los sistemas urbanos en el deterioro ambiental del planeta y las posibilidades que nos brinda el planeamiento de regeneración de la vida ciudadana y el medio ambiente.

El aprovechamiento de las fuentes energéticas renovables se remonta a tiempos remotos. Más reciente resulta su aplicación para obtener electricidad. Entre los estudios sobre los **antecedentes** de las **energías renovables**, caracterizados habitualmente por abarcar tecnologías y ámbitos territoriales específicos, citaremos:

CARO BAROJA, Julio. *Historia de los molinos de viento, ruedas hidráulicas y norias*. IDAE. Madrid. 1995.

Obra relevante sobre la materia de uno de los mayores estudiosos de, parafraseando otra de sus celebradas obras, la “tecnología popular española”.

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, *Breve guía del patrimonio hidráulico de Andalucía*, Agencia Andaluza del Agua, Junta de Andalucía, Sevilla, Sevilla, 2006.

Selección de elementos, con una detallada descripción que incluye una valoración de su interés paisajístico, que conforman parte del patrimonio andaluz del agua en sus diversas acepciones.

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, *Salinas de Andalucía*, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, 2004.

Un conjunto de autores indagan en la importancia histórica del empleo de este recurso natural en Andalucía. Las reflexiones incluyen molinos de marea, paisaje, salinas, paisaje, etc.

FUNDACIÓN SEVILLANA DE ELECTRICIDAD, *Cien años de progreso de la electricidad y su tecnología, Compañía Sevillana de Electricidad, Cien Años de Historia*. Sevilla, 1994.

Repaso al origen y evolución de la industria eléctrica, en el sur peninsular, a partir de la historia de esta compañía.

GÓMEZ RUIZ, Ricardo, *Molinos en el Río Odiel, un estudio de arqueología industrial en los límites de El Andévalo*. Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente, 2003.

Exhaustivo estudio, que incluye didácticas representaciones, sobre estos ingenios ubicados en este río del occidente andaluz.

HOBBSAWM, Eric, *La era de la Revolución: 1789-1848*, Crítica, Barcelona, 2003.

Contiene una visión global del revuelto contexto histórico en el que, entre otros hitos significativos para el devenir de la humanidad, se produce un aumento exponencial de la demanda energética.

PÉREZ CANO, María Teresa, *Aprendiendo del pasado. Patrimonio racional. Energías renovables: paisaje y territorio andaluz*. Grupo de Estudios TEXTURA, Sevilla, 2010, pp. 60.

Relato integrador, con referencias a los paisajes culturales y al territorio como síntesis, del patrimonio existente en Andalucía vinculado al mar y el sol, al viento y al agua.

Sobre los aspectos que determinan el **aprovechamiento** efectivo de los recursos energéticos **renovables** (emplazamientos, capacidad de evacuación de la producción, tecnología aplicada a los ingenios, etc.), se concentra buena parte del esfuerzo investigador del sector. Por el propio enfoque de la tesis, mostramos más interés por los estudios destinados a calibrar la distribución de los recursos sobre el territorio. No obstante no debemos obviar que la selección de emplazamientos depende, entre otros factores, de la tecnología disponible. En consecuencia, destacaremos:

AGENCIA ANDALUZA DE LA ENERGÍA,
(<http://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/>).

Ha desarrollado varias aplicaciones para valorar el potencial de recursos renovables en Andalucía (biomasa, solar, eólica, geotérmica, marina e hidráulica).

AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA, *Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid, 2005.

Conjunto de mapas, gráficos y tablas de valores de la radiación solar elaborados a partir de información captada por satélites.

CENTRO NACIONAL DE ENERGÍAS RENOVABLES,
Situación actual de la energía eólica: recursos, tecnología, aspectos medioambientales, normativa, CENER, Sarriguren (Navarra), 2005.

Estudio global de las distintas materias (medio ambiente, recurso, especificaciones técnicas, normativa, etc.) que convergen en la tecnología eólica.

INSTITUTO PARA LA DIVULGACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA, *Atlas Eólico de España*, IDAE, Madrid, 2009.

Mapa del recurso eólico, permite una evaluación previa a la ejecución de mediciones reales para enclaves concretos, elaborado a partir de un modelo de simulación meteorológica.

PÉREZ GARCÍA, Manuel, *Energía Solar en Energías renovables: paisaje y territorio andaluz*. Grupo de Estudios TEXTURA, Sevilla, 2010, pp. 171-187.

Estudia la radiación solar como recurso energético y las distintas tecnologías.

TROEN, I y PETERSEN, E.L., *European Wind Atlas*, Roskilde, RisØ National Laboratory, 1989 y BERMEJO-BARÓ, M, *Mapa eólico nacional: resúmenes energéticos por comunidades autónomas*, Madrid, Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medioambiente, 1994.

Ambos estudios cuentan con mapas eólicos propios de cada ámbito.

La **incidencia territorial** de las instalaciones de energías **renovables** conforma una materia que puede ser abordada desde numerosos enfoques disciplinarios y de escala. Esto hace que, en ocasiones, se obtengan resultados difíciles de asimilar y contrastar. Entre otros tratados citaremos:

DE LUCAS, Manuela., FERRER, Miguel., JANSS, Guyonne .E., *Using wind tunnels to predict bird mortality in wind farms: the case of griffon vultures*, PLoS ONE. DOI: 10.1371/JOURNAL.PONE0048092, 2012.

Entre sus conclusiones más relevantes destacamos la importancia que conceden a la localización de cada aerogenerador concreto para evitar puntos negros en la afección sobre las aves. Entre las herramientas empleadas

destacan las aplicaciones vinculadas al uso de túneles de viento.

DÍAZ CUEVAS, María del Pilar, *Tesis doctoral: Energía eólica y territorio. Potencialidades para la implantación de parques eólicos en Andalucía*. Departamento de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional. Universidad de Sevilla, 2013.

Establece una valoración de la potencialidad del territorio para albergar parques eólicos tomando en consideración, además del recurso disponible, restricciones derivadas de la legislación, la planificación u otros criterios.

DIPUTACIÓN DE CÁDIZ, *Plan Especial Supramunicipal de Ordenación de Infraestructuras de los Recursos Eólicos en la Comarca de La Janda – Cádiz*, Cádiz, 2003.

Documento de ámbito territorial, escala comarcal, que ordena la distribución de parques eólicos y que incorpora entre sus contenidos los efectos proyectados sobre el paisaje.

GAUSA, Manuel, *Doblant espais i temps*, en laaC, Institut d'arquitectura avançada de Catalunya, *geoCat: territorios enlazados*, Barcelona, Actar, 2004.

Entre otras tesis, el autor defiende la integración creativa entre la arquitectura y la naturaleza desde la óptica de la sostenibilidad.

LEKUONA SÁNCHEZ, Jesús M., *Uso del espacio por la avifauna y control de la mortalidad de aves y murciélagos en los parques eólicos de Navarra durante un ciclo anual*, Navarra, Dirección General de Medio Ambiente de Navarra, 2001.

Informe técnico referente por su metodología y por los resultados obtenidos sobre la afección de los parques eólicos.

La **afección paisajística** de las instalaciones de energías **renovables** también es susceptible de las más variadas aproximaciones. Y es que no abundan las obras específicas sobre la materia, resultando recomendable la consulta de estudios que la abordan tangencialmente o de los que se pueden extraer algunas conclusiones aplicables. Entre otros, citaremos:

AV Monografías, *Pragmatismo y paisaje*, número 91, Madrid, septiembre – octubre 2001.

Conjuga reflexiones de varios autores con análisis de proyectos de interés paisajístico.

AYUGA TÉLLEZ, Francisco, *Gestión Sostenible de Paisajes Rurales: Técnicas e Ingeniería*, Madrid, Fundación Alfonso Martín Escudero, 2001.

Obra de gran interés para la valoración paisajística de las intervenciones en el medio rural.

CLÉMENT, Gilles, *Traité Succinct de L'art Involontaire*, Paris, Sens&Tonka Éditeurs, 1997.

Reflejo muy personal del encuentro entre el hombre y la naturaleza, incluyendo los parques eólicos de Joshua Tree en California, a través de las experiencias de los viajes del autor.

GALÍ-IZARD, Teresa, *Los mismos paisajes, ideas e interpretaciones*, Barcelona, Gustavo Gilli, SA, 2005.

La autora interpreta una selección de paisajes, descubiertos a través de su propia vivencia, para reflexionar sobre la relación del hombre con los sistemas naturales, el carácter evolutivo del paisaje, el proyecto de paisaje, etc.

MATA OLMO, R., SANZ HERRÁIZ, C. (Dir.) (2003): *Atlas de los Paisajes de España*. Madrid, Ministerio de Medio Ambiente, 2003.

Obra cartográfica entre cuyos objetivos se destaca la caracterización e identificación de los paisajes del estado español.

RAQUEJO, Tonia, *Land Art*, San Sebastian, Editorial Nerea, S.A., 1998.

Revisión al contexto en el que unos artistas hallaron en el lenguaje de la materia, el paisaje, la ubicación y escala de la creación respecto al territorio etc., una vía para reflexionar sobre el espacio y el tiempo.

ZOIDO NARANJO, Florencio. *Territorio y paisaje, conocimiento, estrategia y políticas*, en *Territorio, paisaje y sostenibilidad*. Ediciones del Serbal. Barcelona, 2010. pp. 87-114.

Entre otras cuestiones el autor sostiene la necesidad de incorporar el paisaje a los instrumentos de ordenación del territorio.

La opinión personal del autor de esta tesis se ha ido adelantando en trabajos como “*Energía eólica y territorio (2008)*”, (reflexión sobre la implantación de instalaciones eólicas que incluye aspectos como energía y medioambiente, recurso eólico y territorio, paisaje, tendencias, etc.) y “*Energías renovables: paisaje y territorio andaluz (2010)*” (coordinación de aportaciones procedentes de disciplinas diversas que conforman el panorama más reciente de las energías renovables en Andalucía).

1.4.2. Metodología.....

La metodología general seguida para la elaboración de la tesis doctoral “*Territorios renovables, paisajes emergentes*” es consecuente con la materia sobre la que trata y los objetivos planteados. La amplitud de puntos de vista requiere la previa definición de un marco de referencia, en nuestro caso los aspectos paisajísticos y territoriales, y su alcance. El objeto de la estrategia metodológica planteada es la obtención de unos resultados claros y aplicables.

En primer lugar se ha intentado precisar un pormenorizado estudio sobre la materia. Entre las fuentes de datos e investigaciones consultadas señalaremos:

- Bases cartográficas a diferentes escalas que comprenden desde emplazamientos renovables concretos hasta comarcas y regiones.
- Bases de datos (documentales, series históricas, gráficas, etc.) que recogen información sobre el recurso y sus variables, la cronología e intensidad del despliegue de las instalaciones en el territorio, etc.
- Bases de texto, entre las que incluimos desde documentos hasta normativas municipales, reglamentos sectoriales, etc.
- Planimetría específica, referida a los distintos recursos energéticos renovables objeto de la investigación por su valor en la comprensión de los procesos estudiados.
- Documentos gráficos (figuras: fotografías históricas, vistas de satélite, grabados, infografías, etc.) que permiten entender el origen y evolución del fenómeno.
- Bibliografía, especificada en el apartado correspondiente.

- Testimonios y entrevistas con los actores principales del sector y personas que nos aportan sus vivencias.

La asimilación de la información consultada ha pretendido abordar una primera configuración del contenido, objetivos y alcance de esta tesis doctoral.

Una de las decisiones adoptadas, a tenor del escenario detectado, ha sido concentrar nuestro esfuerzo investigador en las tecnologías eólicas y solares. La reciente proliferación de este tipo de instalaciones en nuestro entorno ha sido notable, dando lugar a ciertas tensiones paisajísticas y territoriales que requieren respuesta desde el campo de la arquitectura y del planeamiento.

Igualmente ha alumbrado algunas de las claves metodológicas de la presente investigación. Nos referimos a la necesidad de acercarnos a otros enfoques disciplinarios y de contrastar los resultados del análisis con casos reales.

Por una parte, en estos años han sido constantes los intercambios de conocimiento (acudiendo a congresos, jornadas, seminarios, etc.) con otros profesionales cuyo

desempeño concurre en el sector. Algunos de los proyectos de investigación en los que he participado me han permitido trabajar conjuntamente con abogados, economistas, geógrafos, biólogos, ingenieros, etc. De esta forma se ha tenido la posibilidad de conocer de primera mano las bases de sus aportaciones respecto a las energías renovables.

Este acercamiento deliberado dista mucho de ser un intento, de convergencia disciplinaria. Se trata, en suma, de activar y potenciar la sinergia disciplinaria como mecanismo de enriquecimiento del proyecto. Para ello debemos conocer los fundamentos y herramientas de cada una, al objeto de localizar aquellos aspectos que precisan mayor esfuerzo investigador. Básicamente aquellos temas en los que se superpone su acción (ya que nos permiten contrastar resultados y detectar errores de planteamiento y/o ejecución) y los que no han sido abordados aún. De esta forma podemos garantizar la relevancia y aplicabilidad de los resultados de la tesis doctoral.

Por otra parte, y dado el estado de la cuestión, ha resultado fundamental la visita a instalaciones reales. Durante las mismas se ha procedido a una toma de datos propios y a contrastar los obtenidos de otras fuentes. Los emplazamientos han sido seleccionados en base a su carácter pionero o

referente en el sector, lo que nos ha llevado a varios países. Consideramos esta experiencia como uno de los grandes activos de la investigación gracias a la cual he accedido a una valiosa información (sobre la evolución del sector y su adaptación al medio en ámbitos geográficos distantes).

Entre los lugares visitados para estudiar elementos patrimoniales vinculados a las energías renovables, destacaremos las norias y molinos (viento, agua y mareales) del Cabo de Gata, Córdoba, río Tinto, río Majaceite, Puerto Real, Ayamonte, el Andévalo y Vejer de la Frontera en Andalucía; La Mancha y el País Vasco en España; Languedoc–Rosellón, Bretaña, Normandía, Borgoña, París y Provenza en Francia; Brujas en Bélgica; Creta, los y Santorini en Grecia; Algarve y Alentejo en Portugal y en California–EEUU.

Entre las instalaciones de energía renovable contemporáneas visitadas citaremos las instalaciones eólicas de Lagoa Funda en el Algarve–Portugal; Cap Fagnet en Normandía, Goulien, Le Conquet y Morlaux en Bretaña, Cap Corso en Córcega, Montélimar en Ródano-Alpes, Languedoc–Rosellón, en Francia; Livermore y Joshua Tree en California–EEUU; Cerdeña en Italia; Ámsterdam en Holanda; La Muela en Aragón y Puerto de Bilbao en el País Vasco, en España. También conviene

mencionar las visitas realizadas a otras instalaciones renovables, como a la central mareomotriz del río Rance en Bretaña–Francia y a varias plantas solares fotovoltaicas en el Alentejo – Portugal.

Mención aparte merecen las visitas a instalaciones ubicadas en Andalucía, marco ideal para el desarrollo de una tesis sobre energías renovables. Hemos visitado los parques eólicos de “Valdefuentes” (El Almendro) y “Tharsis” (Alosno) en Huelva, “Gomera” (Osuna) en Sevilla, “El Álamo” (Campillos) y “Los Llanos” (Casares) en Málaga, “Dólar” y “Ferreira” (El Marquesado) y “Los Sillones” (Loja) en Granada, “Enix” (Enix) en Almería y buena parte de los existentes en la provincia de Cádiz. Entre estos últimos, “Los Zorrillos”, “La Herrería”, “La Manga”, “Kw Tarifa”, “Seasa Pesur” en Tarifa; “Viento de Alcalá” en Alcalá de los Gazules; “Roalabota” en Jerez; “El Pino” en Los Barrios; “Buenavista” en Barbate; “La Castellana” en Puerto Real; “Las Vegas” en Medina Sidonia y otros.

Entre las instalaciones termosolares implantadas en territorio andaluz reseñaremos la “PS-10”, “PS-20” y “Solnova 1,3 y 4” (Sanlúcar la Mayor) y “Gemasolar” (Fuentes de Andalucía) en Sevilla; “Palma del Río I y II” (Palma del Río) en Córdoba; “Vallesol50” (San José del Valle) en Cádiz y “Andasol 1”

(Aldeire) en Granada. También hemos visitado decenas de instalaciones fotovoltaicas, en ámbitos rurales y urbanos, e instalaciones solares térmicas de baja concentración. Finalmente hemos visitado otras instalaciones renovables radicadas en Andalucía (centrales minihidráulicas, plantas de biomasa, etc.).

Una vez completada la toma de datos y el análisis pormenorizado de las características y parámetros seleccionados, en función de los objetivos propuestos, se ha procedido a la puesta en crisis de los mismos. Para la extracción de conclusiones hemos recurrido a un proceso de contraste entre el texto producido, las fuentes de datos apuntadas como referencia y la experiencia adquirida en el trabajo de campo. Este ejercicio nos ha permitido alcanzar unos primeros resultados fundamentales para elaborar un diagnóstico sobre la cuestión, así como para perfilar el contenido y alcance final de la tesis doctoral.

A continuación se ha procedido a la elaboración de diferentes propuestas, vinculadas con el manejo del territorio, el paisaje y su gestión, previamente evaluadas a partir de las conclusiones. Debemos subrayar que la metodología seguida hasta la obtención de las mismas se asemeja en parte a la elaboración

de lo que disciplinariamente se entiende como un proyecto urbano. Para una correcta definición del proyecto, y una vez ponderados cuantos parámetros han contribuido a su configuración inicial, resulta esencial el posicionamiento de su autor.

Concluiremos resaltando que para el autor ha sido muy gratificante recorrer el camino emprendido y desea que su objetivo principal, aportar propuestas para un correcto manejo paisajístico y territorial de la implantación de instalaciones de energías renovables, se haya visto mínimamente satisfecho y en cierta medida resuelto.

1.- ABORDAGEM GERAL

1.1.- – Introdução.

1.2.- Objetivos e estrutura.

1.3.- Justificativa.

1.4.- Estado da arte e metodologia.

1.4.3. Estado da arte.

1.4.4. Metodologia.

.- Referências de figuras.

1.- ABORDAGEM GERAL

A dissertação “Territórios renováveis, paisagens emergentes” dá continuidade a uma linha de pesquisa iniciada com a inserção no território das primeiras instalações de energias renováveis. Ao longo desses anos assistimos a intensificação do processo, com a consolidação de determinadas tendências, e suas atuais parênteses. A ausência ou indefinição de planejamento facilitou o assoreamento de algumas áreas, aumentando, assim o seu impacto sobre o entorno. Nesse contexto, a presente tese tem como objetivo aportar propostas que contribuam para a melhora da implantação territorial das energias renováveis. Para tal efeito, seguiu-se uma metodologia que se reflete na própria estrutura da tese. Seus conteúdos, com especial atenção aos aspectos paisagísticos e territoriais, permitiram alcançar resultados que cobrem adequadamente os objetivos estabelecidos.

1.1 INTRODUÇÃO :

“Territórios renováveis, paisagens emergentes” é uma dissertação inspirada em uma série de inquietudes pessoais que me acompanharam nos últimos anos. Estas surgem a partir do seguimento de um conjunto de processos caracterizados por sua complexidade e impacto sobre a paisagem e o território. Os profissionais envolvidos à disciplina urbanística constataam, em seu trabalho diário, os vínculos existentes entre a evolução da ação humana e o surgimento de novas formas de assentamento sobre o território. Na nossa capacidade para reconhecer e interpretar corretamente estes processos reside a chave que nos permite aportar soluções adequadas ao desafio estabelecido: a organização de uma sociedade e suas atividades sobre o território.

Entre todas as atividades humanas destacam-se, pela sua intensidade, as derivadas da produção e transporte de energia. Atender à crescente demanda aperfeiçoou, ao longo dos séculos, o tecido de redes que estruturam o território tal como o conhecemos. Estas redes puseram ao alcance do setor energético vastos recursos, situados em locais distantes, cuja exploração incrementou a dissociação territorial de uma das

atividades com maior responsabilidade na deterioração do meio-ambiente. As conclusões dos sucessivos relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) confirmaram os custos ambientais de uma economia baseada nos combustíveis fósseis.

A reação do público nos países mais sensíveis à preservação do equilíbrio ecológico do planeta, tem aumentado as exigências ambientais. Esta demanda social juntamente com os constantes avanços tecnológicos, tem incentivado a busca de fontes alternativas de energia. A economia e a eficiência energética, assim como a recuperação de práticas e hábitos de comportamento, infelizmente esquecidos, vieram à tona.

Nesse contexto, surgem com força as chamadas “energias renováveis”, que aproveitam o potencial de recursos energéticos considerados como não poluidores e inesgotáveis à escala humana. A proliferação de instalações renováveis em nosso entorno, em especial durante a última década, nos converte em observadores privilegiados deste processo de incorporação ao território de novas realidades.

Sua implementação não é isenta de impacto ambiental, embora muito menor do que a derivada das energias convencionais e

gera conflitos visuais e territoriais que requerem planejamento adequado. Devemos conceber soluções que estabeleçam uma dialética entre estas “arquiteturas emergentes” e seu entorno se aspiramos a configuração de paisagens de qualidade. Para alcançar esse objetivo irrenunciável, em sociedades avançadas, é imprescindível um profundo conhecimento das mesmas. O exercício necessário para revelar as chaves da sua lógica de implantação abrange temas tão variados como meio-ambiente, energia, tecnologia, história, planejamento, paisagem, patrimônio , etc.

A tese: “Territórios renováveis, paisagens emergentes” trata destes complexos processos vinculados a implantação de energias renováveis sobre o território e perante ao qual contamos com escassas referencias. Sua concepção foi dinâmica, alimentando-se de outras experiências provenientes do campo da pesquisa e do exercício profissional. Esta pesquisa tem sido chegando resultados parciais em comunicações em congressos artigos em revistas, publicação de livros, ou realização de exposições. Assim, sou autor do livro *“Energía eólica y territorio”*, publicado pelo Secretário de Publicações da Universidade de Sevilha. Esta obra contém parte do esforço realizado durante a etapa e capacitação que precedeu essa tese.

A publicação *“Energía eólica y territorio”*, apresentada no dia 20 de maio de 2009 no âmbito da Feira do Livro de Sevilha, é o número 19 da coleção KORA (fruto de um acordo entre a Universidade de Sevilha e do Ministério das Obras e Transportes da Junta de Andaluzia).

O trabalho de pesquisa teve continuidade, estabelecendo-se um fluxo de ida e volta com a elaboração da tese, desde o *Grupo de Estudios Avanzados sobre Territorio y Medio Ambiente “Textura”*. Trata-se de uma organização sem fins lucrativos criada no ano de 2009, com o objetivo de aprofundar o conhecimento de processos com impacto sobre o território e sobre o meio- ambiente. Entre outras ações ressaltamos:

- A Exposição fotográfica *“El paisaje de renovables en Andalucía”*.
- A publicação da monografia *“Energías renovables: paisaje y territorio andaluz”*.
- A colaboração com SEO/Birdlife nas *Jornadas “Por un futuro renovable”*.

A mostra intitulada *“El paisaje de las renovables en Andalucía”*, apresentada no Parque das Ciências de Granada em dezembro de 2010 e na Casa da Província de Sevilha em março de 2011, é uma exposição fotográfica de 21 panoramas que pretende aproximar o visitante ao cenário de aproveitamento dos recursos energéticos renováveis.

A publicação intitulada *“Energías renovables: panorama andaluz”*, da qual fui coordenador e coautor de um dos seus capítulos, foi apresentada em 2010 com o apoio da Agência Andaluza de Energia e Rede Elétrica de Espanha. Apresenta um conjunto de reflexões multidisciplinares, em diferentes escalas e sobre matérias a priori distantes que acabam sobrepondo-se em muitos aspectos. Esta coordenação permitiu-me conhecer o enfoque dado à questão por disciplinas como engenharia, geografia, arquitetura, biologia, direito ou jornalismo.

Por último, as *Jornadas “Por un futuro renovable”* foram desenvolvidas entre maio e junho de 2011. Concebidas como ponto de encontro e trabalho coletivo de entidades da sociedade civil, empresas e instituições, seus resultados tentam nos aproximar a um horizonte em que as energias renováveis se tornem as protagonistas.

1.2 OBJETIVOS E ESTRUTURA :

A fim de completar o objetivo principal, a contribuição de propostas para uma correta gestão paisagística e territorial na implantação de instalações de energias renováveis, é necessário o cumprimento de outros objetivos, gerais e específicos, em base aos quais se determinou a estrutura da tese.

Os objetivos gerais que se pretende alcançar mediante o presente estudo são:

- Conhecer de maneira objetiva e real o estado atual do setor das energias renováveis (implantação, emprego, potência instalada, impacto sobre o meio-ambiente, impacto paisagístico, potencial de desenvolvimento etc.) e propor medidas que permitam melhorar os aspectos negativos detectados, assim como vislumbrar o cenário futuro (a curto e médio prazos).
- Contribuir para o estabelecimento de um debate imprescindível nos próximos anos: a incorporação de

infraestruturas de energias renováveis em nosso entorno.

- Aproveitar o caráter pioneiro de algumas instalações renováveis implantadas na Península Ibérica, com atenção especial àquelas instaladas em Andaluzia, para determinar a evolução do setor nas últimas décadas e esboçar sua possível configuração urbano-territorial futura.

Por outro lado, os objetivos específicos da pesquisa, assim como os enfoques teóricos estabelecidos para alcançá-los são:

- Contribuir para a integração das instalações de energias renováveis em nosso entorno. Isso requer assegurar sua harmonização com as demais atividades e valores humanos e recursos culturais e naturais, presentes no meio.
- Fornecer ideias e chaves aos diversos atores envolvidos no desenvolvimento das energias renováveis (Administrações Públicas, instituições de ensino, empresas, sociedade civil, etc.) que facilitem a

aplicação de ações criativas que incrementem a presença de instalações de energias renováveis sob uma ótica de sustentabilidade real.

- Refletir sobre a adequação das instalações de energias renováveis a entornos ou elementos de significativo valor natural, patrimonial e paisagístico. Para atingir esse objetivo é essencial um profundo conhecimento dos valores naturais, patrimoniais e paisagísticos mencionados, assim como, determinar seu potencial de assimilação dessas novas realidades.
- Acelerar a mudança de percepção da cidadania, não disposta a renunciar ao seu bem-estar energético, em relação às energias renováveis mediante a difusão de práticas sustentáveis entre os cidadãos, centros de educação e coletivos.
- Contribuir para a adequação da disciplina Urbanismo, mediante a assimilação de novas ferramentas e conceitos teóricos, para que possa portar soluções a realidades territoriais inéditas como as renováveis.

Para alcançar os objetivos anteriormente expostos, gerais e específicos, estabelecemos os conteúdos em torno dos seguintes blocos:

- PARTE I: Uma primeira frente em que trataremos de proporcionar uma visão global sobre a problemática ambiental, as chaves do surgimento das enérgicas renováveis e os debates em torno à necessidade de uma nova cultura urbanística e do território.
- PARTE II: Uma segunda frente em que nos concentraremos nas energias renováveis (antecedentes, recursos disponíveis, tipos de aproveitamento, etc.) e seu impacto paisagístico e territorial. Esse bloco inclui a apresentação de conclusões e propostas com a finalidade de atingir o objetivo principal da tese.
- Tudo isso é completado com uma série de ANEXOS que complementam os conteúdos da pesquisa. Um primeiro anexo composto de um estudo de caso centrado em uma planta solar fotovoltaica localizada na região do Alentejo, fruto de uma pesquisa de campo

desenvolvida em Portugal. Um segundo anexo contém uma análise sobre o quadro legal, em transformação, vigente no estado espanhol para a implementação de instalações de energias renováveis.

Por sua vez, o conjunto de partes que compõem o corpo da tese se organiza em uma série de capítulos e seções que explicamos a seguir:

- Um capítulo inicial em que se define o contexto no qual se enquadra a concepção da pesquisa e seu posterior desenvolvimento. Nesta seção está inserida parte da bagagem de pesquisa e trabalho profissional que permitiu trazer à luz a seguinte tese. São expostos, também seus objetivos e fundamentos, assim como a justificativa de relevância e novidade da proposta. Consideramos essencial observar a utilidade e aplicabilidade dos resultados do presente estudo. Finalmente, se determina seu alcance estabelecendo os âmbitos e escalas e se revisa a metodologia e recursos utilizados.
- Um segundo capítulo trata dos custos ambientais vinculados ao atual modelo econômico, com as mudanças climáticas e a destruição de habitats naturais como expoente máximo. Esse capítulo tem uma seção dedicada à análise do conceito de sustentabilidade, como paradigma do nosso tempo, e a sua consequente perda progressiva de conteúdo nos últimos anos. Finalmente, serão analisados o reflexo desta problemática nos tratados internacionais e as exigências ecológicas de uma sociedade cada vez mais sensível a degradação ambiental do planeta.
- O terceiro capítulo trata das chaves para a integração das energias renováveis no modelo energético e a situação atual do setor. Para tal, é necessária uma prévia aproximação ao funcionamento do mercado energético, cujo de regulamentação e tarifário em transformação dificultam uma gestão transparente e compreensível para os consumidores.
- No quarto capítulo, que encerra a Parte I da tese, se explora a capacidade de resposta disponível com as ferramentas do urbanismo. Realiza-se uma análise crítica do estado atual da disciplina e se antecipam

algumas propostas para adequá-la aos desafios que devem afrontar. Entre elas são incluídas algumas recomendações sobre o papel que podem desempenhar as energias renováveis dentro da revisão disciplinar do urbanismo.

- A Parte II da tese, exclusivamente centrada nos fundamentos das energias renováveis e seu impacto sobre a paisagem e o território, se inicia com o capítulo quinto. Nele se recupera um vínculo estabelecido pelo homem e os recursos renováveis, desde tempos imemoriais, que passou recentemente à atualidade. A evolução tecnológica que presencia a transformação de velhos moinhos de vento em inovadoras turbinas eólicas, testemunha da eficácia derivada de uma correta leitura das leis naturais. Igualmente, serão tratados os fatores que giram em torno ao aproveitamento da radiação solar, da força das marés, do calor transmitido desde o núcleo até a crosta terrestre, etc.
- No sexto capítulo serão abordados os fatores condicionantes derivados da configuração dos locais de implantação e da tecnologia disponível para a

exploração dos recursos renováveis. Ambos elementos encontram-se estreitamente ligados visto que a tecnologia ao nosso alcance determina, em boa parte a seleção dos locais suscetíveis ao aproveitamento energético e de seus recursos renováveis.

- O capítulo sétimo abarca uma das questões fundamentais da tese, o impacto territorial associado a implantação das energias renováveis. Com caráter prévio ao seu estudo serão revisados uma série de conceitos vinculados ao território e ao meio-ambiente. Isso porque território é um conceito que tem sido interpretado, com seus enfoques característicos, por boa parte das disciplinas e áreas do conhecimento humano. Dado a extensão da matéria, desde esse ponto até à conclusão da pesquisa, serão enfocados os tratados das instalações de origem eólica e solar. Se analisarão suas pegadas territoriais, assim como os diversos modelos de ocupação territorial (parques eólicos, plantas solares fotovoltaicas, plantas termo solares, etc.). Com o fim de obter uma abordagem mais certa, a pesquisa incluirá o estudo do impacto territorial de instalações reais correspondentes a diversas tipologias renováveis. Não se deve ignorar que

nosso entorno contém um excelente mostruário, com seus aspectos positivos e negativos, da evolução da implementação das energias renováveis nas últimas décadas.

- Outra questão fundamental para o cumprimento dos objetivos estabelecidos, a paisagem, é abordada amplamente no capítulo oitavo. Nele serão revisados alguns dos aspectos essenciais na questão da paisagem como a escala de trabalho, as ferramentas disponíveis ou as características do âmbito selecionado. Com caráter prévio ao estudo do impacto paisagístico de cada tecnologia, tanto eólica como solar, será feito um exercício de memória acerca da evolução perceptiva sobre os sistemas de aproveitamento energético renovável até a atualidade. Tratam-se de aspectos teóricos contrastados com exemplos reais do impacto paisagístico de instalações de energia renovável.
- O último capítulo do segundo bloco apresenta as conclusões da tese, assim como um conjunto de abordagens e medidas concretas para uma implementação equilibrada de instalações renováveis

(eólicas e solares). Finalmente, é elaborada, ante a ausência de referências a respeito, uma proposta metodológica para a redação de portarias reguladoras obre as energias renováveis.

- A tese contém figuras (quadros, esquemas, imagens, planos, etc.) que acompanham o conteúdo exposto no texto. A fim de facilitar sua identificação, foi criada ao final de cada capítulo uma seção com as referências das figuras correspondentes.
- Igualmente, são incluídos capítulos e seções traduzidos ao português. Mais especificamente o índice, os capítulos primeiro e nono, e o estudo de caso inserido no primeiro anexo. Para sua melhor compreensão e identificação, esses capítulos foram incorporados ao final dos capítulos originais e com representação gráfica numa cor que os distingue.
- Os ANEXOS que completam a dissertação, como mencionado anteriormente, respondem a objetivos próprios que requeriam uma localização diferenciada. Por sua vez, e fruto da pesquisa de campo em Portugal,

se pode contar com um estudo de caso centrado na central solar de Amareleja (Alentejo). O segundo anexo contém uma análise do quadro normativo das energias renováveis.

1.3 JUSTIFICATIVA :

Para a dissertação “Territórios renováveis, paisagens emergentes” se optou por uma linha de pesquisa centrada na análise das energias renováveis, com especial atenção ao seu impacto territorial e paisagístico. A dimensão os temas afetados por elas: meio-ambiente, sustentabilidade, energia, paisagem, problemática social, aspectos legais, território, etc. exigem a definição de um escopo de estudo. Esse recorte prévio é fundamental para garantir a pertinência da tese, orientando-a a um campo no qual as referências são escassas, assim como a aplicabilidade de seus resultados.

Como já mencionado na introdução, as energias renováveis tem sido objeto da minha pesquisa há vários anos. Durante esse período a maturação de alguns processos, incipientes há apenas uma década, e o perfil adquirido por certas tendências requerem um estudo detalhado. A dissertação “Territórios renováveis, paisagens emergentes” dá continuidade a esse esforço de pesquisa, ininterrupto nos últimos anos, e permite aprofundar

O estado da arte permite indicar que não são numerosas as reflexões, no campo do planejamento urbano e territorial sobre o assunto em questão. Isso porque o fenômeno das energias renováveis tem sido abordado frequentemente por outros enfoques que não a projeção que as energias renováveis determinam sobre o território e a paisagem. Habitualmente entendemos que versam sobre os aspectos técnicos da instalação (custos, dispositivos eletrônicos, etc.), a potencialidade de recursos renováveis disponíveis no território, seu reflexo nos tratados e políticas internacionais, sua inclusão na gestão local, sua repercussão nos movimentos sociais, etc.

Portanto, consideramos necessário um estudo que se articule em torno da inter-relação das instalações de energias renováveis com o entorno de seus locais e implantação e, conseqüentemente, no seu impacto paisagístico e territorial. Não devemos ignorar que a execução de boa parte das instalações renováveis responde a uma lógica essencialmente produtivista, deixando de lado outras considerações. O resultado desta dinâmica deixou uma clara pegada sobre o território, gerando ocasionalmente controvérsias passíveis de serem sanadas mediante um correto planejamento (tanto em escala urbana como territorial) e uma posterior implementação de projetos adequados.

A execução de projetos de energias renováveis requer, devido à sua complexidade, equipes multidisciplinares que conciliem uma visão global com um alto grau de especialização setorial. Entretanto, é possível constatar a escassa participação de profissionais de planejamento, arquitetura, paisagismo, etc. nesses grupos de trabalho. Referimo-nos a profissionais com formação específica para incluir paisagismo e questões territoriais entre os fundamentos do projeto.

Esse trabalho pretende contribuir na tarefa de sensibilizar a favor da necessidade de incorporar novos enfoques disciplinares, que complementem aos atuais, na confecção das respostas precisas para um planejamento integral de qualidade em prol de um projeto coletivo de paisagem.

A esse respeito não devemos ignorar o estado atual de uma disciplina urbanística pendente de adequação ao contexto contemporâneo. Essa dissertação indica algumas linhas de ação para reivindicar o papel de uma “disciplina urbanística renovada” como mecanismo efetivo que permita harmonizar a implementação de novas atividades humanas, como as energias renováveis, no território.

Para o desenvolvimento da pesquisa recorreremos ao estudo de instalações renováveis, como expostos na seguinte seção, em diversos lugares do planeta. O critério principal para sua seleção foi o caráter pioneiro ou singular de algumas destas infraestruturas. Pode-se destacar que algumas delas se encontram em nosso âmbito geográfico.

A preferência por modelos e experiências desenvolvidas em Andaluzia são uma constante nesta dissertação. O território andaluz representa um enquadramento ideal para nossa pesquisa uma vez que dispõe de recursos renováveis em boa parte de sua extensão geográfica. O fato de haver sediado os primeiros projetos, tanto experimentais como comerciais, permitiu-nos analisar de perto a evolução das energias renováveis nos últimos anos. O lançamento a princípio dos anos oitenta da *Plataforma Solar de Almería en Tabernas* (Almería) ou da primeira turbina eólica experimental de meia potência em Tarifa (Cádiz), foi essencial para a expansão do setor no resto da Península Ibérica. Essa presença próxima, de uma ampla gama de tecnologias, constitui uma valiosa fonte de informação sobre o real impacto territorial das energias renováveis que convém valorar.

1.4 ESTADO DA ARTE E METODOLOGIA :

1.4.1. Estado da arte

As energias renováveis tem sido abordadas desde os mais variados enfoques. Entre as referências com as quais contamos distinguiremos em base à ótica de estudo.

A **degradação ambiental** do planeta e suas repercussões (sociais, meio ambientais, econômicas, políticas, etc.), colocaram evidência conceitos como sustentabilidade ou mudanças climáticas globais. Entre as estratégias, artigos e publicações sobre a matéria destacam-se:

BETTINI, Virginio, *Elementos de ecología urbana*, Madrid, Trotta, 1998.

Alerta sobre o esvaziamento de conteúdo da “sustentabilidade” desde a ótica da problemática urbana europeia.

NACIONES UNIDAS, *Our Common Future*, Comissão Mundial das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, Nova Iorque, 1987.

Conhecido também como “Informe Brundland”, destaca-se entre suas colaborações a definição de desenvolvimento sustentável.

PANEL INTERGUBERNAMENTAL SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO, *Cambio climático. Informe de síntesis*, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), Ginebra, (vários anos).

Seus relatórios tornaram-se uma das grandes referências.

REES, William E. y WACKERNAGEL, Mathis, *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. Gabriola Island, BC: New Society Publishers, 1996.

Desenvolve estudos anteriores sobre o conceito de “pegada ecológica”.

O futuro das energias renováveis como **alternativa energética** encontra-se influenciado pelas próprias características do sistema energético no qual se deve inserir. Para abordar essa questão pode-se considerar os seguintes estudos e relatórios anuais:

AGENCIA ANDALUZA DE LA ENERGÍA, *Datos energéticos de Andalucía*, Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo, (vários anos).

Análise anual que contém o balanço energético da Andaluzia.

ALEKLETT, Kjell, HÖÖK, Mikael, JAKOBSSON, Kristofer, LARDELL, Michael, SNOWDEN, Simon, SÖDERBERGH, Bengt, *The Peak of Oil Age*, Energy Policy, Volume 38, pp.1398-1414, 2010.

Membros do grupo de pesquisa de Sistemas Energéticos Globais da universidade de Uppsala, Suécia, preconizam neste artigo que já se atingiu o pico do petróleo

COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, *European energy, transport and ghg emissions trends to 2050, reference scenario 2013*, Luxemburgo: Serviço das Publicações da União Europeia, 2014.

Atualiza as publicações de 2003, 2005, 2007 e 2009, e apresenta o cenário de referência atual na Europa e a tendência para meados deste século.

MARTÍN MUNICIO, Ángel, COLINO MARTINEZ, Antonio, (Dir.). *Diccionario Español de la Energía*, Ediciones Doce Calles, Aranjuez (Madri), 2003.

Além dos significados de termos, todos traduzidos ao inglês, inclui uma série de artigos especializados.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO, *La energía en España*, Madrid, (vários anos).

Relatório anual com a evolução do mercado energético..

REE, *Informe del sistema eléctrico español*, Madrid, (vários anos).

O operador apresentada neste relatório anual, desde 1995, os dados do comportamento do sistema elétrico espanhol.

SEO BIRDLIFE, *Por un futuro renovable*, Madri, 2011.

Identifica as dificuldades de implementação das energias renováveis e propõe linhas de atuação para superá-las. Em sua elaboração colaboram representantes de universidades e entidades públicas e privadas, etc.

Sobre o papel a desempenhar pela **disciplina urbanística** nesse contexto, com as limitações derivadas da obsolescência de seus próprios instrumentos, assim como da renovação necessária para adequar sua capacidade de resposta aos desafios contemporâneos; destacam-se as seguintes reflexões:

EZQUIAGA, José María, *El porvenir de una ilusión. Elementos para una nueva cultura urbanística*, Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España, arquitectos nº 178, Madrid, CSCAE, 2006, pp. 85.

Reflexiona sobre o estado da disciplina aponta chaves para sua renovação.

GRUPO ADUAR, *Diccionario de Geografía Urbana, Urbanismo y Ordenación del Territorio*, Madri, Ariel, 2000.

De grande ajuda para um correto uso de termos e expressões das disciplinas que abarca.

HALL, Peter. *Ciudades del mañana. Historia del urbanismo en siglo XX*. Ediciones del Serbal. Barcelona, 1996.

Revisão histórica do papel do urbanismo do século passado. O autor questiona que as soluções propostas, além de haver

demonstrado sua capacidade para transformar o espaço urbano, contribuíram para resolver os problemas sociais aos que deve responder.

HIGUERAS, Ester, *Urbanismo Bioclimático*, Barcelona, Gustavo Gilli, SA, 2006.

Contribui para uma metodologia clara para incorporar os princípios bioclimáticos à propostas de planejamento urbanos e territorial.

L. MCHARG, Ian, *Design with Nature*, New York, Falcon Press, 1969.

Esta obra, reeditada várias vezes em inúmeros idiomas, é referência para o planejamento ambiental e mantém boa parte de sua força. Ajuda a avaliar o impacto causado pelas intervenções do homem sobre o meio físico.

LÓPEZ CANDEIRA, José A., *Diseño urbano. Teoría y práctica*, Madrid, Editorial Munilla - Lería, 1999.

Notável manual de arquitetura, que contém teoria e prática, para o desenho urbano

RUANO, Miguel., *Ecourbanismo*, Barcelona, Gustavo Gilli, SA, 1999 y GAUZIN-MÜLLER, Dominique, *Arquitectura Ecológica*, Barcelona, Gustavo Gilli, SA, 2002.

Ambas obras contém referências ao quadro teórico em que se desenvolve a arquitetura e o planejamento ambiental, além de exemplos contemporâneos.

YÁNEZ, Guillermo, *Arquitectura solar: aspectos pasivos, bioclimatismo e iluminación natural*, Madrid, MOPU, Dirección General para la Vivienda y Arquitectura, 1988.

Estuda a adequação de edifícios e cidades às condições climáticas do lugar, incluindo seus antecedentes históricos.

ROGERS, Richard y GUMUCHDJIAN, Philip, *Cities for a Small Planet*, London, Faber & Faber Limited, 1997.

Analisa o impacto da configuração dos sistemas urbanos na degradação ambiental do planeta e a possibilidade oferecida pelo planejamento de regeneração da vida citadina e do meio ambiente.

O aproveitamento das fontes de energia renováveis remetem de tempos longínquos. Mais recente é seu aproveitamento para

a obtenção de eletricidade. Entre os estudos sobre os **antecedentes** das **energias renováveis**, caracterizados normalmente por abarcar tecnologias e âmbitos territoriais específicos, citamos:

CARO BAROJA, Julio. *Historia de los molinos de viento, ruedas hidráulicas y norias*. IDAE. Madri. 1995.

Obra relevante de um dos maiores estudiosos de, parafraseando outra de suas obras célebres, “tecnologia popular espanhola”.

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, *Breve guía del patrimonio hidráulico de Andalucía*, Agencia Andaluza del Agua, Junta de Andalucía, Sevilla, Sevilha, 2006.

Seleção de elementos, com uma detalhada descrição que inclui uma avaliação de seu interesse paisagístico, que formam parte do patrimônio andaluz da água em suas variadas formas.

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, *Salinas de Andalucía*, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, 2004.

Um conjunto de autores investigam a importância histórica do uso deste recurso natural em Andaluzia. As reflexões incluem moinhos de maré, salinas, paisagem, etc.

FUNDACIÓN SEVILLANA DE ELECTRICIDAD, *Cien años de progreso de la electricidad y su tecnología, Compañía Sevillana de Electricidad, Cien Años de Historia*. Sevilla, 1994.

Revisão da origem e evolução da indústria de eletricidade no sul da Espanha, a partir da história desta empresa.

GÓMEZ RUIZ, Ricardo, *Molinos en el Río Odiel, un estudio de arqueología industrial en los límites de El Andévalo*. Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente, 2003.

Estudo exaustivo que inclui representações didáticas das usinas situadas neste rio da Andaluzia Ocidental.

HOBBSAWM, Eric, *La era de la Revolución: 1789-1848*, Crítica, Barcelona, 2003.

Contém uma visão global do conturbado contexto histórico em que, entre outros marcos importantes para o futuro da

humanidade, se produz um aumento exponencial na demanda energética.

PÉREZ CANO, María Teresa, *Aprendiendo del pasado. Patrimonio racional. Energías renovables: paisaje y territorio andaluz*. Grupo de Estudios TEXTURA, Sevilla, 2010, pp. 60.

Relato integrador, com referências às paisagens culturais e ao território como síntese, do patrimônio existente em Andaluzia vinculado ao mar , ao sol, ao vento e à água.

Sobre os aspectos que determinam o **aproveitamento** efetivo dos recursos energéticos **renováveis** (locais de implantação, capacidade de drenagem, produção, tecnologia aplicada nas usinas, etc.) se concentra boa parte do esforço de pesquisa do setor. Pelo próprio enfoque da dissertação, mostramos maior interesse nos estudos destinados a avaliação da distribuição dos recursos sobre o território. Não obstante, não se deve ignorar que a seleção de locais de implantação depende, entre outros fatores, da tecnologia disponível. Consequentemente, destacam-se:

AGENCIA ANDALUZA DE LA ENERGÍA,
(<http://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/>).

Desenvolveu várias aplicações para avaliar o potencial de recursos renováveis em Andaluzia (biomassa, solar, eólica, geotérmica, marinha e hidráulica)

AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA, *Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid, 2005.

Conjunto de mapas, gráficos e tabelas de valores da incidência da radiação solar elaborados a partir de informação captada por satélites.

CENTRO NACIONAL DE ENERGÍAS RENOVABLES, Situación actual de la energía eólica: recursos, tecnología, aspectos medioambientales, normativa, CENER, Sarriguren (Navarra), 2005.

Estudo global das diversas matérias (meio ambiente, recurso, especificações técnicas, normativa, etc.) relacionados à tecnologia eólica.

INSTITUTO PARA LA DIVULGACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA, *Atlas Eólico de España*, IDAE, Madrid, 2009..

Mapa do recurso eólico, permite uma valoração prévia para a execução de medidas reais para enclaves específicos, elaborado a partir de um modelo de simulação meteorológica..

PÉREZ GARCÍA, Manuel, *Energía Solar en Energías renovables: paisaje y territorio andaluz*. Grupo de Estudios TEXTURA, Sevilla, 2010, pp. 171-187.

Estuda a radiação solar como recurso energético e as diversas tecnologias

TROEN, I y PETERSEN, E.L., *European Wind Atlas, Roskilde*, RisØ National Laboratory, 1989 y BERMEJO-BARÓ, M. *Mapa eólico nacional: resúmenes energéticos por comunidades autónomas*, Madrid, Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medioambiente, 1994.

Ambos estudos contam com mapas eólicos próprios em cada âmbito.

O **impacto territorial** das instalações de energias **renováveis** configura uma matéria que pode ser abordada a partir inúmeros enfoques disciplinares e de escala. Isso faz com que,

ocasionalmente, se obtenha resultados difíceis de assimilar e confrontar. Entre outro citamos:

DE LUCAS, Manuela., FERRER, Miguel., JANSS, Guyonne .E., *Using wind tunnels to predict bird mortality in wind farms: the case os griffon vultures*, PLoS ONE. DOI: 10.1371/JOURNAL.PONE0048092, 2012.

Entre suas conclusões mais relevantes destacamos a importância que atribui a localização de cada turbina eólica em particular a fim de evitar pontos de risco na trajetória de voo das aves. Entre as ferramentas utilizadas destacam-se as aplicações vinculadas ao uso de túneis de vento.

DÍAZ CUEVAS, María del Pilar, *Tesis doctoral: Energía eólica y territorio. Potencialidades para la implantación de parques eólicos en Andalucía*. Departamento de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional. Universidade de Sevilha, 2013.

Estabelece uma avaliação da potencialidade do território para hospedar parques eólicos considerando, além dos recursos disponíveis, restrições derivadas da legislação, do planejamento e outros critérios

DIPUTACIÓN DE CÁDIZ, *Plan Especial Supramunicipal de Ordenación de Infraestructuras de los Recursos Eólicos en la Comarca de La Janda – Cádiz*, Cádiz, 2003.

Documento de esfera territorial, nível distrital, que organiza a distribuição de parques eólicos e incorpora entre seus conteúdos os efeitos projetados sobre a paisagem.

GAUSA, Manuel, *Doblant espais i temps*, en laaC, Institut d’arquitectura avançada de Catalunya, *geoCat: territorios enlazados*, Barcelona, Actar, 2004.

Entre outras proposições, o autor defende a integração criativa entre a arquitetura e a natureza a partir do ponto de vista da sustentabilidade.

LEKUONA SÁNCHEZ, Jesús M., *Uso del espacio por la avifauna y control de la mortalidad de aves y murciélagos en los parques eólicos de Navarra durante un ciclo anual*, Navarra, Dirección General de Medio Ambiente de Navarra, 2001.

Relatório técnico referente à metodologia e pelos resultados obtidos nas instalações dos parques eólicos.

A **condição paisagística** das instalações de energias **renováveis** também é suscetível às mais variadas aproximações. Uma vez que as obras específicas sobre o tema são escassas, recomenda-se a consulta de estudos que o abordem tangencialmente ou de estudos dos quais se possam extrair algumas conclusões aplicáveis. Entre outro enumeramos:

AV Monografías, *Pragmatismo y paisaje*, número 91, Madrid, septiembre – octubre 2001.

Combina reflexões de vários autores com análise de projetos de interesse paisagístico.

AYUGA TÉLLEZ, Francisco, *Gestión Sostenible de Paisajes Rurales: Técnicas e Ingeniería*, Madrid, Fundación Alfonso Martín Escudero, 2001.

Obra de grande interesse para a valoração paisagística de intervenções no meio rural.

CLÉMENT, Gilles, *Traité Succinct de L'art Involontaire*, Paris, Sens&Tonka Éditions, 1997.

Reflexão muito pessoal do encontro entre o homem e a natureza, incluindo os parques eólicos de Joshua Tree , Califórnia através das experiências de viagem do autor.

GALÍ-IZARD, Teresa, *Los mismos paisajes, ideas e interpretaciones*, Barcelona, Gustavo Gili, SA, 2005.

A autora interpreta uma seleção de paisagens, descobertos através da sua própria vivência, para refletir sobre a relação do homem com os ecossistemas, o caráter evolutivo da paisagem, o projeto de paisagem, etc.

MATA OLMO, R., SANZ HERRÁIZ, C. (Dir.) (2003): *Atlas de los Paisajes de España*. Madrid, Ministerio de Medio Ambiente, 2003.

Obra cartográfica entre cujos objetivos destaca-se a caracterização e identificação das paisagens do estado espanhol.

RAQUEJO, Tonia, *Land Art*, San Sebastian, Editorial Nerea, S.A., 1998.

Revisão do contexto em que alguns artistas encontraram na linguagem artística, a paisagem, a localização e a escala da

criação em relação ao território etc. uma via de reflexão sobre o espaço e o tempo.

ZOIDO NARANJO, Florencio. *Territorio y paisaje, conocimiento, estrategia y políticas, en Territorio, paisaje y sostenibilidad*. Ediciones del Serbal. Barcelona, 2010. pp. 87-114.

Entre outras questões o autor defende a necessidade de incorporar a paisagem aos instrumentos de planejamento territorial.

A opinião pessoal do autor desta tese tem sido à frente em obras tais como “Energía eólica y territorio (2008)”, (Reflexão sobre a implementação de instalações eólicas abrangendo aspectos como energia e meio ambiente, recurso eólico e território, paisagem, tendências, etc.), y “Energías renovables: paisaje y territorio andaluz (2010)” (coordenação de contribuições de um conjunto de autores, oriundos de disciplinas distintas, delimitam um panorama mais recente das energias renováveis em Andaluzia.).

1.4.2. Metodologia.....

A metodologia geral seguida para a elaboração da dissertação “Territórios renováveis, paisagens emergentes” é coerente com assunto sobre o qual trata e objetivos estabelecidos. A amplitude de pontos de vista requer a previa definição de um recorte de referência, neste caso os aspectos paisagísticos e territoriais e seus alcances. O objeto da estratégia metodológica proposta é a obtenção de resultados claros e aplicáveis.

Em primeiro lugar foi necessário um estudo detalhado sobre o tema. Entre as fontes de dados e pesquisas consultadas destacam-se:

- Bases cartográficas a diferentes escalas que contenham desde implantações de energias renováveis até municípios e regiões.
- Base de dados (documentais, séries históricas, gráficas, etc.) que reúnem informações sobre o recurso e suas variáveis, cronologia e intensidade das instalações no território, etc.

- Base de texto, que vão desde documentos até normativas municipais, regulamentações setoriais, etc.
- Planimetria específica, referente aos diversos recursos energéticos renováveis, objeto de pesquisa por seus valores na compreensão dos processos estudados.
- Documentos gráficos (figuras: fotografias históricas, imagens de satélite, gravuras, infografias, etc.) que permitem entender a origem e evolução do fenômeno.
- Referência bibliográfica especificada na seção correspondente.
- Testemunhos e entrevistas com os atores principais do setor e pessoas que contribuem com suas vivências.

A assimilação da informação consultada facilitou uma primeira delimitação do conteúdo, objetivos e abrangência da dissertação.

Uma das resoluções adotadas, dentro do cenário encontrado, foi de concentrar os esforços de pesquisa nas tecnologias

eólica e solar. A recente proliferação deste tipo de instalações em nosso entorno tem sido notável, dando lugar a certas tensões paisagísticas e territoriais que exigem resposta no campo da arquitetura e do planejamento.

Igualmente se esclareceu algumas das chaves metodológicas da pesquisa. Isto é a necessidade de acercar-se a outros enfoques disciplinares e de confrontar os resultados das análises com casos reais.

Por sua vez, nestes anos foram constantes os intercâmbios de conhecimento (frequentando congressos, jornadas, seminários, etc.) com outros profissionais cujo desempenho concorre no setor. Alguns dos projetos pesquisa em que tenho participado me permitiram trabalhar conjuntamente com advogados, economistas, geógrafos, biólogos, engenheiros, etc. Desta forma, tive a possibilidade de conhecer de primeira mão o fundamento de suas colaborações no âmbito das energias renováveis.

Essa abordagem deliberada está longe de ser uma tentativa de convergência disciplinar. Trata-se, em suma, de ativar e potencializar a sinergia disciplinar como mecanismo de enriquecimento do projeto. Para isso, devemos conhecer os

fundamentos e ferramentas de cada uma, com finalidade de localizar aqueles aspectos que necessitam maior esforço de pesquisa. Basicamente aqueles temas em que a ação se sobrepõe (já que nos permite contrastar resultados e detectar erros de planeamento e/ou execução) e os que ainda não foram abordados. Desta maneira podemos garantir a relevância e aplicabilidade dos resultados da dissertação.

Por outro lado, e dado o estado da arte, fez-se fundamental a visita a instalações reais. Durante tais visitas procedeu-se uma coleta de dados pessoais a fim de confronta-los com dados obtidos por outras fontes. As implantações foram selecionadas em base a seu caráter pioneiro ou de referência no setor, o que nos levou a outros países. Considerou-se esta experiência como um dos pontos fortes da pesquisa graças ao qual pude ter acesso valiosas informações (sobre a evolução do setor e sua adaptação ao meio em âmbitos geográficos distantes).

Entres os lugares visitados para estudar elementos patrimoniais vinculados às energias renováveis, destacamos às rodas d'água e moinhos vento, água e marés) do Cabo de Gata, Córdoba, rio Tinto, rio Majaceite, Puerto Real, Ayamonte, Andévalo e Vejer de la Frontera em Andaluzia; La Mancha e País Vasco na Espanha; Languedoc–Rosellón, Bretanha,

Normandia, Borgonha, Paris e Provença, na França; Bruges, na Bélgica; Creta e Santorini, na Grécia; Algarve e Alentejo , em Portugal, e Califórnia , nos Estados Unidos.

Entre as instalações de energia renovável contemporâneas visitadas citamos as instalações eólicas de lagoa Funda no Algarve – Portugal; Cap Fagnet, na Normandia, Goulien, Le Conquet e Morlaux, na Bretanha; Cap Corso , na Córsega, Montélimar, em Ródano- Alpes, Languedoc – Rosellón, na França; Livermore e Joshua Tree na Califórnia – EUA; Sardenha, na Itália; Amsterdam, na Holanda; La Muela, em Aragón e Puerto Bilbao, no País Vasco, na Espanha. Também convém mencionar as visitas realizadas em outras instalações renováveis, como a central maremotriz do rio Rance, na Bretanha – França e as várias plantas solares fotovoltaicas no Alentejo – Portugal.

Menção especial merecem as visitas a instalações situadas em Andaluzia, quadro ideal para o desenvolvimento de uma dissertação sobre energias renováveis. Visitou-se os parques eólicos de “Valdefuentes” (El Almendro) e “Tharsis” (Alosno) em Huelva, “Gomera” (Osuna) em Sevilha, “El Álamo” (Campillos) e “Los Llanos” (Casares) em Málaga, “Dólar” e “Ferreira” (El Marquesado) e “Los Sillones” (Loja) em Granada,

“Enix” (Enix) em Almería e boa parte das existentes na província de Cádiz. Entre estas últimas, “Los Zorrillos”, “La Herrería”, “La Manga”, “Kw Tarifa”, “Seasa Pesur” em Tarifa; “Viento de Alcalá” em Alcalá de los Gazules; “Roalabota” em Jerez; “El Pino” em Los Barrios; “Buenavista” em Barbate; “La Castellana” em Puerto Real; “Las Vegas” em Medina Sidonia e outras.

Entre as instalações termo solares implantadas no território andaluz assinalamos a “PS-10”, “PS-20” e “Solnova 1,3 e 4” (Sanlúcar la Mayor) e “Gemasolar” (Fuentes de Andalucía) em Sevilha; “Palma del Río I e II” (Palma del Río) em Córdoba; “Vallesol50” (San José del Valle) em Cádiz e “Andasol 1” (Aldeire) em Granada. Também visitou-se dezenas de instalações fotovoltaicas, em contextos rurais e urbanos, e instalações solares térmicas de baixa concentração. Finalmente, visitou-se outras instalações de energias renováveis radicadas em Andaluzia (mini centrais hidráulicas, plantas de biomassa, etc.)

Uma vez completada a coleta de dados e análise minuciosa das características e parâmetros seleccionados, em função dos objetivos propostos, se procedeu com a posta em crise dos mesmos. Para a extração de conclusões se recorreu a um

processo de confronto entre o texto produzido, as fontes de dados assinaladas como referência e a experiência adquirida com o trabalho de campo. Esse exercício permitiu alcançar um dos primeiros resultados fundamentais para a elaboração de um diagnóstico sobre a questão, assim como para delimitar o conteúdo e abrangência final da dissertação.

A seguir, seguiu-se com a elaboração de diferentes propostas, vinculadas a gestão do território e paisagem, previamente ponderadas a partir das conclusões. Deve-se destacar que a metodologia seguida até a obtenção das mesmas é, em parte, semelhante a elaboração o que é entendido como um projeto urbanístico. Para uma correta definição do projeto, e uma vez ponderados quantos parâmetros contribuíram a sua configuração inicial, é essencial o posicionamento de seu autor

Concluimos, realçando o que tem sido muito gratificante caminho empreendido para o autor e desejo que seu principal objetivo, fornecer propostas para uma paisagem adequada e gestão territorial da implementação de instalações de energias renováveis foi minimamente satisfeito e em certa medida determinada.

2.- ENERGÍA, SOCIEDAD Y MEDIOAMBIENTE.....

2.1.- Los costes del actual modelo económico.

2.2.- Un nuevo paradigma: la “sostenibilidad”.

2.3.- Kioto y los tratados internacionales.

2.4.- Ecología y sociedad.

.- Referencias de las figuras.

2.- ENERGÍA, SOCIEDAD Y MEDIOAMBIENTE.....

La explotación humana de los recursos naturales está intrínsecamente vinculada a la capacidad tecnológica de cada época y a los paradigmas culturales dominantes. Podemos constatar el establecimiento de una relación cuyo equilibrio ha quedado severamente alterado, a partir del extraordinario desarrollo tecnológico experimentado por la humanidad, en las últimas décadas. En la actualidad se encuentran al alcance de nuestras manos buena parte de los recursos de un planeta que se percibe de forma mayoritaria, una vez constatada la evidencia del deterioro del medio ambiente, como frágil y vulnerable a la acción humana. Ante tal tesitura cobran fuerza las voces, procedentes de todo tipo de colectivos sociales y ámbitos profesionales, que exigen una actuación responsable en lo que respecta al aprovechamiento de unos recursos naturales cada vez más escasos.

2.1 LOS COSTES DEL ACTUAL MODELO ECONÓMICO :

Desde su origen, la especie humana se ha revelado como una de las mejor dotadas para amoldarse a las cambiantes condiciones medioambientales de la Tierra en sus diversas áreas geográficas. Esta capacidad de adaptación le ha permitido en un estadio inicial colonizar territorios extremos, con unas adversas condiciones de vida, mediante el establecimiento de una relación con el entorno basada en un aprovechamiento más o menos intenso de sus recursos naturales. El resultado final ha sido una transformación paulatina de buena parte de los suelos del planeta con la consiguiente degradación y aislamiento de las áreas naturales.

Surge así la necesidad de determinar, al objeto de establecer un marco para estudiar la relación entre la población y los recursos renovables, la capacidad de carga de la tierra. Esa capacidad se define a veces como el número de personas que pueden subsistir en un futuro previsible sin degradar el medio ambiente físico, ecológico, cultural y social¹.

No obstante, en la mayoría de las estimaciones se reconoce que *“es preciso ampliar los conceptos ecológicos de la capacidad portadora a fin de tener en cuenta la función de la tecnología en el aumento de la productividad de la naturaleza. En la mayoría se reconoce que los niveles de vida, que varían en función de la cultura y del individuo, incluidos los niveles de la calidad ambiental, establecen límites en el tamaño de la población, mucho antes que las necesidades materiales para la simple subsistencia”*²

Por tanto, el grado de intensidad de esta explotación del planeta aparece estrechamente vinculado a la capacidad tecnológica alcanzada en cada época, así como a los paradigmas culturales dominantes en un grupo humano determinado. De esta forma podemos distinguir entre visiones en las que el hombre ha de dominar y conquistar la naturaleza, esta es la imagen del hombre antropomórfico y antropocéntrico que preside la cultura occidental, y otras en las que el hombre busca la armonía y unidad con la naturaleza, como en buena parte de las culturas orientales³.

¹ COHEN, J.E, *How Many People Can the Earth Support?*, W.W.Norton, New York, 1995.

² (COHEN, 1995, pág. 232).

³ L. MCHARG, Ian, *Proyectar con la naturaleza*, Barcelona, Gustavo Gili, SA, 2000, pp.19-29.

No obstante, durante el siglo pasado hemos asistido a una globalización progresiva de los que podríamos denominar “fundamentos económicos” de la cultura occidental. En esta línea podemos subrayar como tras el colapso de las denominadas “economías socialistas”, los principios de la “economía de libre mercado” han alcanzado una hegemonía desconocida hasta la fecha. De esta forma las lógicas productivistas y la necesidad de un crecimiento económico permanente han presidido, en la práctica totalidad del planeta y obviando los costes medioambientales, la relación del hombre con la naturaleza. Una lectura territorial de esta evolución, nos permite constatar la aparición de procesos que dan lugar a nuevas realidades generadoras de formas inéditas de asentamiento sobre el territorio. Uno de los fenómenos más intensos, y que se ha acelerado desde el siglo pasado, ha sido un crecimiento exponencial de la población urbana con el consiguiente trasvase de habitantes desde las áreas rurales. No obstante y a pesar de esta reducción del porcentaje de la población rural frente a la urbana, en cifras absolutas la población rural también ha registrado un aumento considerable⁴.

⁴ Fuente: División de Población de las Naciones Unidas, “World urbanization prospects: the 1999 revisión: data tables and highlights”, 2000.

Este fenómeno de conformación de grandes urbes, observado con claridad desde la segunda mitad del siglo XIX en los países occidentales, se está reproduciendo en las últimas décadas con mayor intensidad en otras áreas del planeta (como en Asia). Si el año 1900 la décima parte de la población vivía en ciudades, cien años después esta proporción se acercaba a la mitad y se estima que en el próximo tercio de siglo podemos alcanzar las tres cuartas partes⁵. Queda constatado como cada vez un menor número de personas resulta suficiente para el abastecimiento alimentario de la población, así como que el habitante “tipo” del siglo XIX ya tiene un perfil mayoritariamente urbano. No obstante, el análisis de la relación entre las migraciones y el medio ambiente rural es extremadamente complejo y varía según las áreas geográficas del planeta. El aumento de la población rural puede elevar el deterioro del medio ambiente, y por extensión mermar la productividad de explotaciones agropecuarias, por lo que puede ser tanto el motivo de la emigración de la zona de origen como la consecuencia de ello en las zonas de destino (véase la figura 2.1).

⁵ ROGERS, Richard y GUMUCHDJIAN, Philip, *Ciudades para un pequeño planeta*, Barcelona, Gustavo Gili, SA, 2000, pp. 3-23.

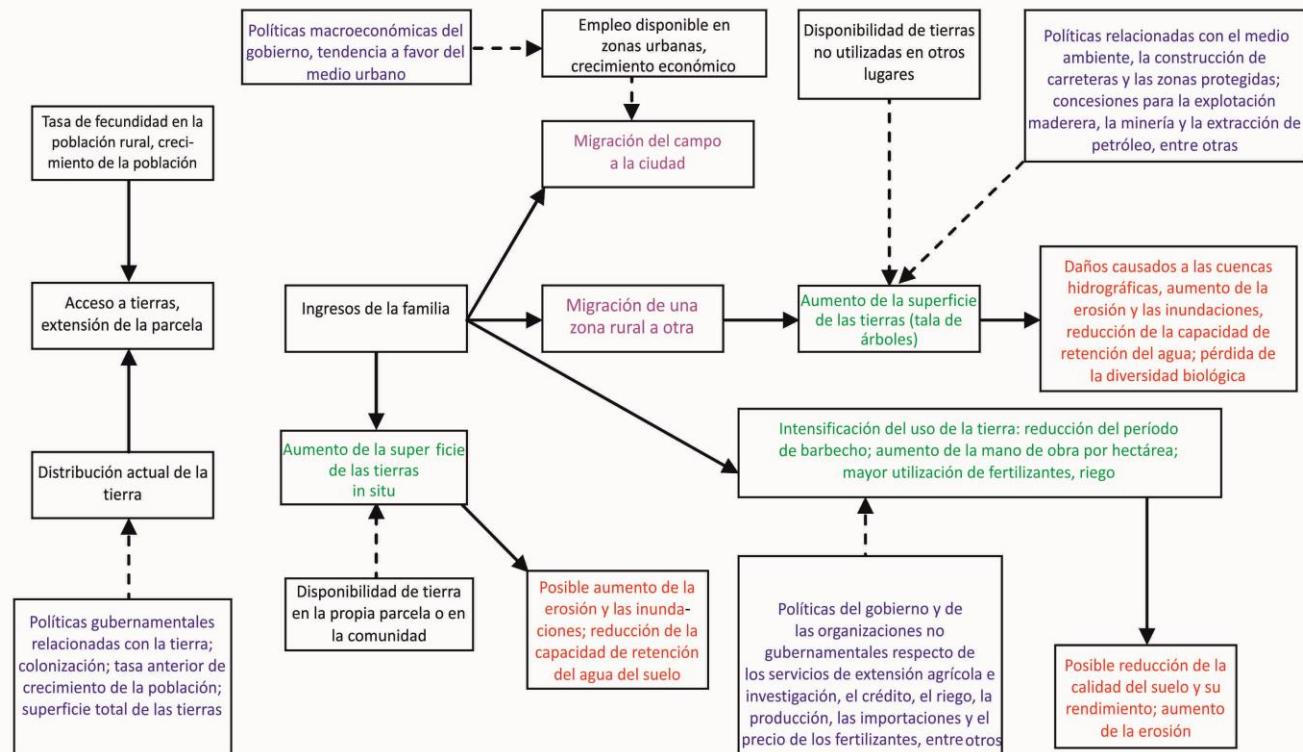


Figura 2.1.-
Relación entre el crecimiento de la población rural, las migraciones y el medio ambiente rural.

Un permanente crecimiento del consumo energético ha sido otro de los procesos más significativos⁶ de los materializados durante las últimas décadas. De aquí se podría extraer una clara relación entre el aumento de la demanda energética y el masivo crecimiento de la población urbana. No obstante el consumo de energía por habitante dista mucho de ser uniforme en todas las ciudades, pudiendo llegar a ser hasta quince veces superior⁷ en función de una serie de parámetros.

El modelo energético actual, caracterizado por la separación entre los centros de generación y los puntos de consumo, está basado fundamentalmente en una combustión de fuentes fósiles complementada con la energía nuclear desde la segunda mitad del siglo XX. Este sistema en uso desvela una importante asimetría entre la producción y el consumo de energía entre los países del Primer y Tercer Mundo. A finales del siglo pasado los países más desarrollados apenas producían dos terceras partes de la energía mundial mientras que su consumo excedía de las tres cuartas partes de la misma. Si bien este modelo energético ha sido el pilar que ha

permitido alcanzar a determinados países un alto nivel de desarrollo, también se ha convertido en el causante de un incesante deterioro del medio ambiente a escala planetaria. En especial, desde la adopción por parte de los denominados “países emergentes” (India y China principalmente debido a su enorme peso demográfico), de esquemas productivos y hábitos de consumo energético propios del mundo occidental.

A pesar de los intentos de algunos grupos de presión, al abrigo de dudosos intereses, de desviar la atención sobre la cuestión; la comunidad científica internacional ha dejado claro los efectos concretos de la contaminación y ha calibrado con precisión su coste medioambiental. Un ejército de satélites, globos, sondas marinas, etc., equipados con la última tecnología, transmiten en tiempo real las que podríamos denominar como constantes vitales del sistema tierra (estado de la vegetación, atmósfera, océanos, etc.) y las contrastan con los efectos de la polución, erosión, etc. Los resultados de los distintos programas de investigación han multiplicado la información que disponíamos sobre temperaturas, corrientes, salinidad, nutrientes, espesor del hielo y nivel de los océanos, y no dejan lugar a dudas sobre las consecuencias de la acción humana sobre el clima.

⁶ Según datos de la División Estadística de las Naciones Unidas entre 1971 y 1991 el aumento de la demanda fue del 35% y desde entonces el incremento es exponencial.

⁷ Según datos de la Agencia Internacional de la Energía (AIE).

Destacan los puestos en marcha por la comunidad científica internacional⁸ para el estudio climático en los polos terrestres y sus efectos en los Océanos Ártico y Antártico. Los relativos al Océano Ártico revelan drásticas disminuciones en el espesor de la capa de hielo y considerables retrocesos de la extensión del área ocupada por el hielo. La aparición de grandes bloques de hielo a la deriva, en latitudes hasta ahora desconocidas, se ha hecho una constante en los últimos años. La temperatura del agua crece de manera constante en los últimos años y la delgada capa de agua fría ha desaparecido por completo en algunos lugares. Teniendo en cuenta que los polos son considerados los motores del cambio climático global, y que la situación en la Antártida es asimilable, todo lo anterior deja de parecer alarmista para convertirse en una drástica realidad.

Las creciente emisión de sustancias tóxicas, la deforestación, la lluvia ácida, los vertidos de petróleo en los océanos, la

pérdida de la capa vegetal y posterior desertización⁹, la urbanización indiscriminada¹⁰, etc., han provocado que estemos plenamente familiarizados con términos como efecto invernadero, cambio climático¹¹, marea negra o huella ecológica. Buena parte de las acciones del hombre sobre su soporte vital, desencadenan procesos que destruyen ecosistemas y dañan irreparablemente la biodiversidad del planeta, provocan la extinción de innumerables especies vegetales y animales. En La Península Ibérica, y a pesar de la escasez de agua en buena parte de su territorio, la agricultura intensiva y una urbanización masiva han alterado gravemente el equilibrio hídrico de sus acuíferos acelerando procesos de desertización y empobrecimiento del suelo. Este cerco sobre los recursos naturales, tiene claros exponentes en la degradación ambiental de la comarca de Doñana, el entorno del Parque Nacional de las Tablas de Daimiel o la franja del litoral mediterráneo.

⁸ La Unión Europea mantiene varios programas de estudio simultáneo como el Programa Europeo sobre el Cambio Climático (PECC), en los Estados Unidos podemos señalar al SCICEX (Science Ice Expeditions), dirigido por la Marina estadounidense y la Oficina de Programas Polares de la Fundación Nacional para la Ciencia de los Estados Unidos y el ACOUS (Arctic Climate Observations Using Underwater Sound).

⁹ Especialmente preocupante en ciertas áreas de la Península Ibérica tal y como muestran los estudios del Centro de Investigaciones sobre Desertificación (CIDE), consultar en <http://www.uv.es/cide>, dependiente del Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

¹⁰ El Proyecto de Informe del Parlamento Europeo sobre el impacto de la urbanización extensiva en España en los derechos de los ciudadanos europeos (2008/2248(INI)) resulta demoledor.

¹¹ En España es significativa la creación de un Grupo Interministerial de Cambio Climático.

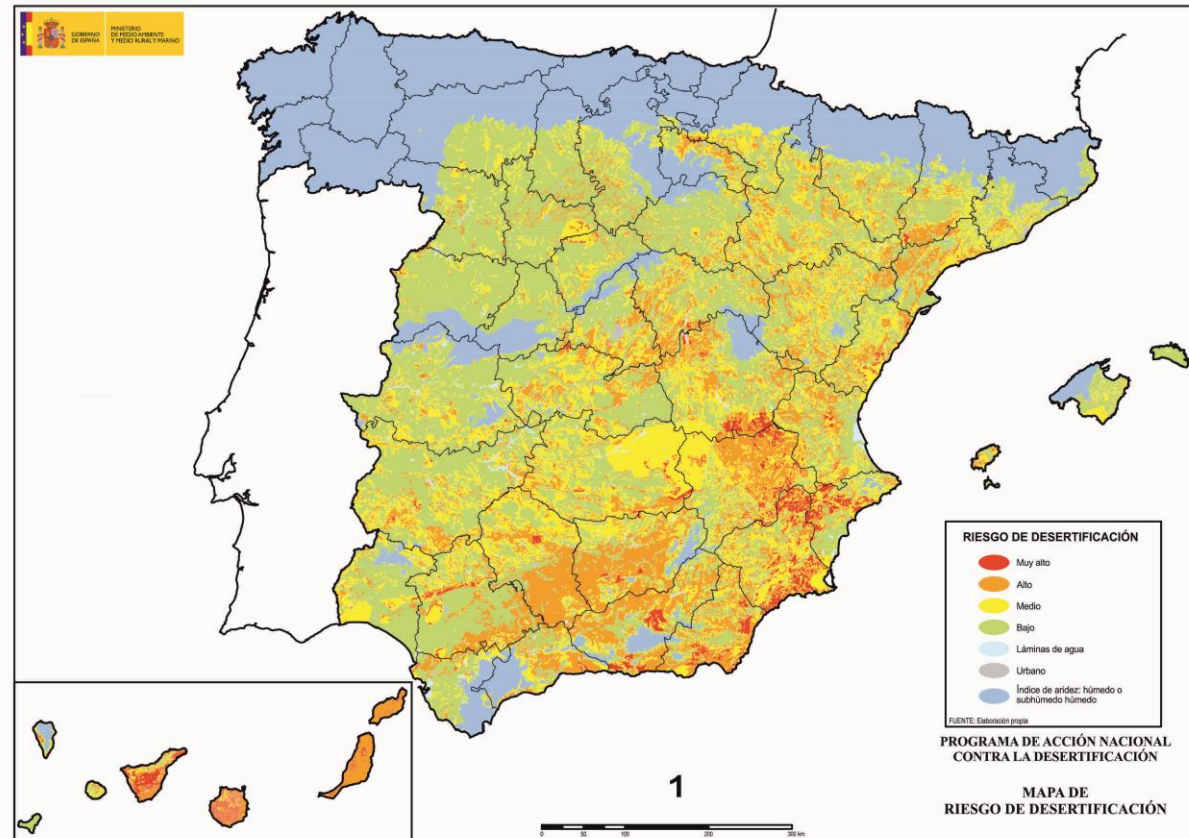
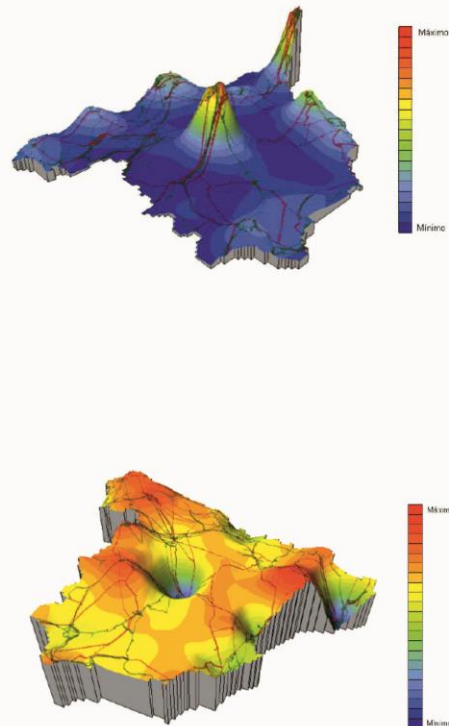


Figura 2.2.- (Arriba izquierda)
Demanda eléctrica por zonas en España.

Figura 2.3.- (Abajo izquierda)
Desequilibrios Generación-Demanda eléctrica en España.

Figura 2.4.- (Derecha)
Mapa de riesgo de desertificación en España.



El concepto de “huella ecológica”¹² es, probablemente, el más revelador y pedagógico de todos los instrumentos contables concebidos para determinar los efectos que el actual modelo de desarrollo proyecta sobre el planeta. Se puede definir como la suma entre la superficie de suelo precisa para producir los recursos que consume una población humana y la superficie de suelo necesaria para eliminar sus residuos.

Algunos organismos¹³ han realizado cálculos que indican que a comienzos del siglo XXI la “huella” de la población mundial se excedía en más de un 30% de los recursos disponibles. Si bien resulta complicado afinar en este tipo de estudios, parece claro que todas las conclusiones apuntan a que estamos viviendo muy por encima de la capacidad de carga del planeta.

¹² El primero que lo plantea es William E. Rees REES en “William E., *Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out Environment and Urbanisation*, Vol 4 nº 2, 1992.” Posteriormente lo desarrolla junto a Mathis Wackernagel en la obra conjunta “REES, William E. y WACKERNAGEL, Mathis, *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. Gabriola Island, BC: New Society Publishers, 1996”.

¹³ Como la organización independiente Redefining Progress que ha realizado campañas de concienciación que permiten a un individuo el cálculo de su “huella ecológica” contemplando variables como país de origen, edad, habitantes del núcleo de residencia o clima, <http://www.rprogress.org>

Cuando se establecen comparativas entre países contemplando variables como “huella ecológica”, consumo energético y PIB per cápita, los resultados son bastante esclarecedores. Queda al descubierto el desequilibrio que existe en el uso de los recursos naturales entre un mundo desarrollado que sobreexplota, incluso los que no le corresponden, y uno subdesarrollado que no alcanza los límites que le permitirían satisfacer las necesidades mínimas de sus habitantes (ver figura 2.5).

Sin embargo del conjunto de cambios ambientales propiciados por la actividad humana, el cambio climático es el que suscita mayor repercusión social y el que concita la máxima atención de la comunidad científica internacional (caracterizada por los diversos informes publicados por el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático - IPCC). En su cuarto informe de evaluación, publicado en 2007, se ratifica que la acción humana es la responsable del Cambio Climático Global y que su consumo energético continúa en aumento¹⁴.

¹⁴ *Cambio climático 2007. Informe de síntesis*, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), Ginebra, 2007.

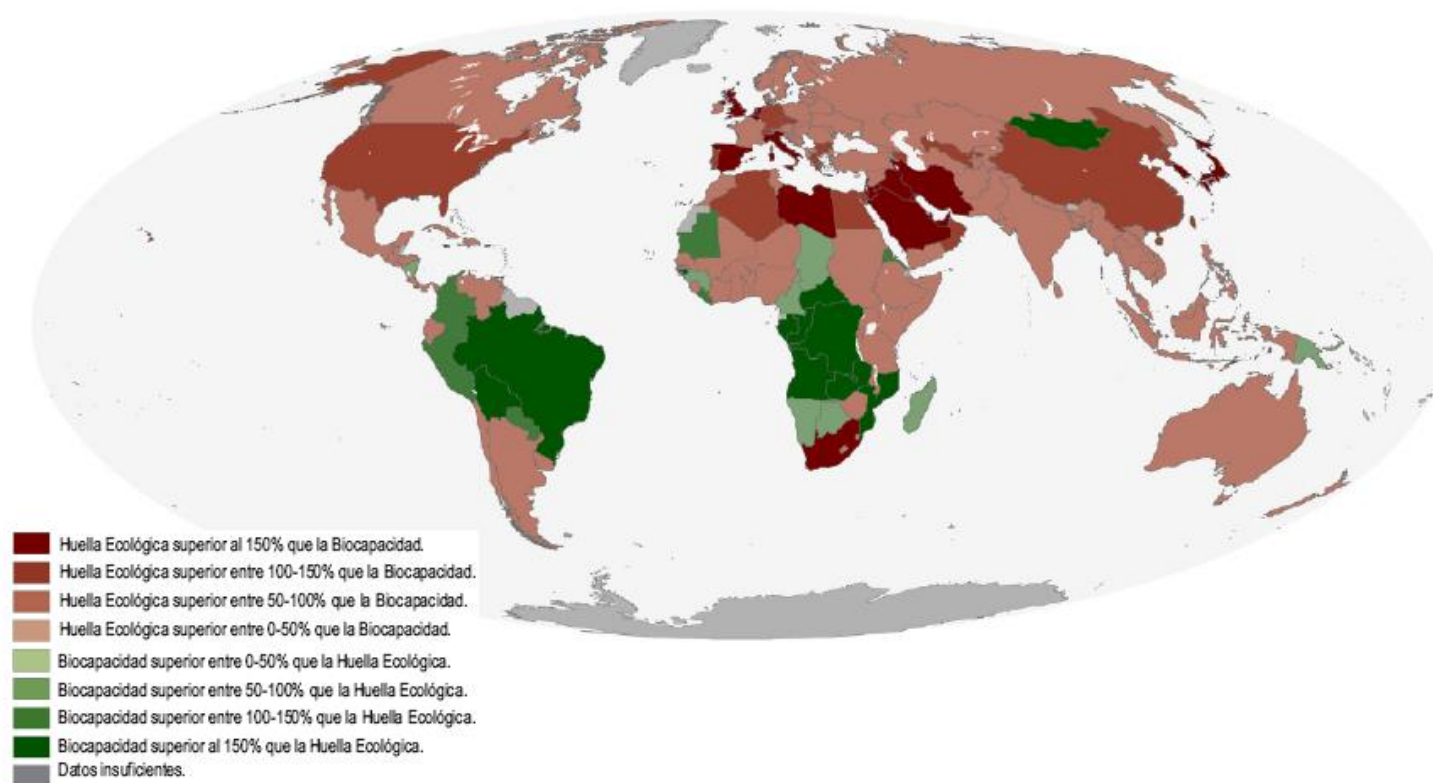


Figura 2.5.-
Mapa mundial comparando la huella ecológica de cada país con su biocapacidad, 2007.



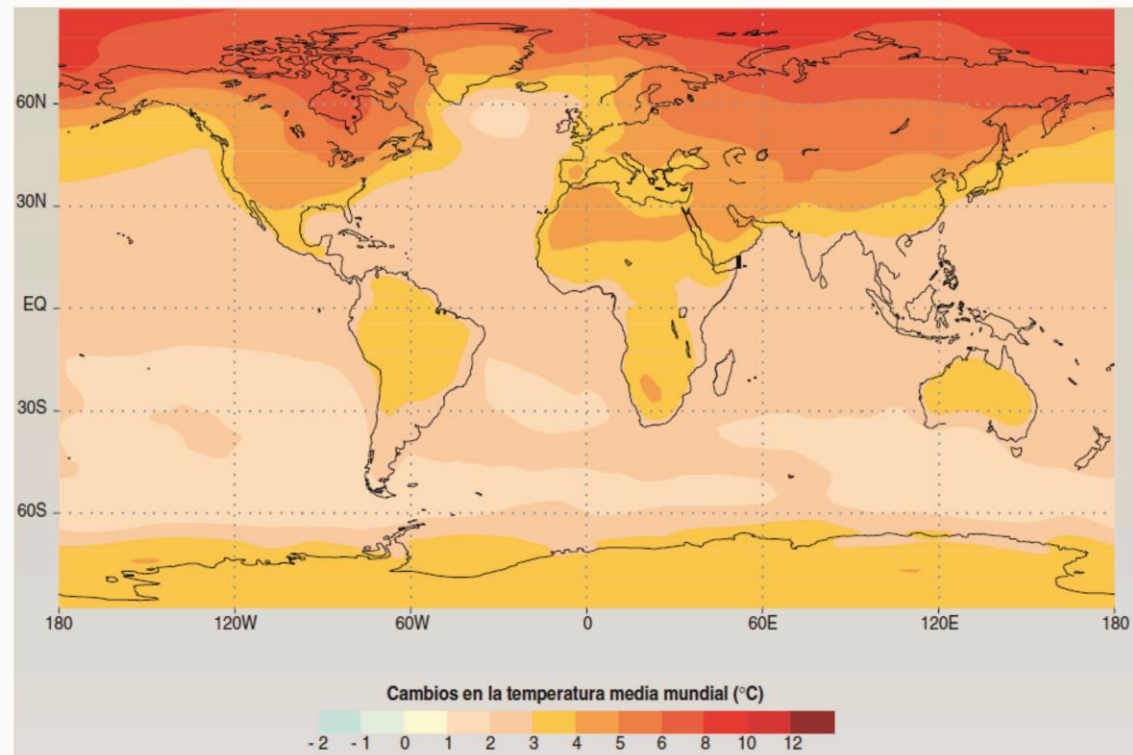


Figura 2.6.-
Simulación de cambios en la temperatura media anual del periodo 2071-2100 respecto al periodo 1961-1990.

Hasta ahora hemos repasado brevemente algunos de los efectos detectados sobre la biodiversidad del sistema tierra, pero ¿acaso no somos sus habitantes parte del mismo? En lo que respecta a la salud mundial, la comunidad médica vincula directamente el proceso de deterioro de nuestra atmósfera con el notable incremento de alergias, asma, dolencias respiratorias, enfermedades de la piel, etc. entre la población mundial. El grado de atención que los organismos internacionales prestan a esta deriva ha quedado de manifiesto desde la celebración en 2008 del Día Mundial de la Salud con el tema “Proteger la Salud frente al Cambio Climático”¹⁵.

Todos estos problemas unidos al previsible agotamiento de las fuentes, la explosión demográfica y la baja eficiencia en el proceso de producción energética (generación, transmisión y distribución), dan paso a las alarmas sobre las reservas disponibles. La dependencia del crudo es tan elevada que la tensión generada suele desembocar en conflictos armados. Resulta pasmoso observar como la “opinión ciudadana” asume que determinados conflictos bélicos se deben a la pugna por el control de las reservas energéticas o minerales estratégicas.

¹⁵ Organizado por el Departamento de Salud Pública y Medio Ambiente (PHE) de la Organización Mundial de la Salud (OMS), consultar en <http://www.who.int/world-health-day>.

Preocupa especialmente la impunidad que disfrutaban los responsables de estas tragedias ante la inexistencia de mecanismos potentes de justicia internacional. En esta línea resultan esclarecedores los numerosos informes y documentos redactados por Amnistía Internacional, desde hace más de seis décadas, alertando sobre el trasfondo económico de los conflictos y sobre como “los gobiernos y los grupos armados atacan a civiles sistemáticamente y cometen crímenes de guerra y terribles abusos contra los derechos humanos”¹⁶.

La actual crisis económica y financiera ha revelado elementos que hasta la fecha se habían mantenido ocultos y la sociedad civil se comienza a plantear preguntas como quién obtiene las plusvalías que genera la sobre explotación de la biosfera o quién pagará la factura de esta usurpación de recursos naturales. Estas preguntas forman parte de la posible respuesta, ya que evidencian como en la actualidad la lógica económica se ha impuesto a los valores humanos, ecológicos, culturales, etc. Estamos ante el enorme reto de adaptar el modelo productivo y rebajar nuestras necesidades energéticas a la nueva coyuntura.

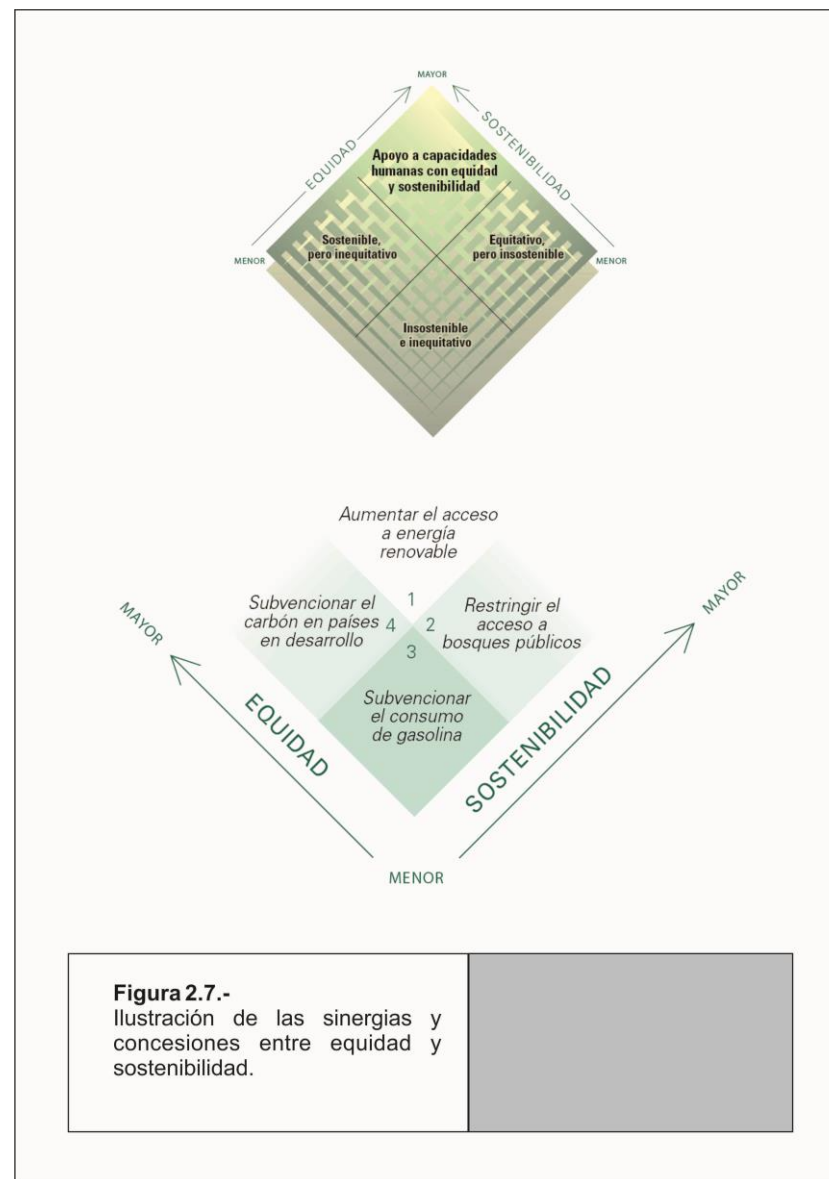
¹⁶ <http://www.amnesty.org/>.

2.2 UN NUEVO PARADIGMA: LA SOSTENIBILIDAD :

Ante la gravedad de la crisis medioambiental, buena parte de la ciudadanía de los países más avanzados ha captado la urgencia del mensaje y esta incipiente reacción ha propiciado la aparición de conceptos como la “sostenibilidad” como nuevo paradigma contemporáneo. Este cambio social tiene su inmediata repercusión en la exigencia del descenso de consumo, fundamentalmente a partir del ahorro y la eficiencia energética, para disminuir el efecto de la acción humana sobre el sistema tierra y corregir las desigualdades entre países del primer y tercer mundo. De esta forma aparecen vinculados términos como sostenibilidad y equidad, y el recurso a las energías renovables se plantea como uno de los pilares de este nuevo modelo que se plantea.

Hace más de dos décadas se definió que *“el desarrollo sostenible satisface las necesidades de la generación actual, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas propias.”*¹⁷

¹⁷ Our Common Future, Comisión Mundial de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Oxford University Press, 1987 (Informe Brundtland).



La eficacia de este concepto de desarrollo sostenible precisa de un proyecto de sociedad que concilie criterios ecológicos, económicos y sociales, y se basa fundamentalmente en los siguientes principios¹⁸:

- *El análisis en su totalidad del ciclo de vida de los materiales;*
- *El desarrollo del uso de materias primas y energías renovables;*
- *La reducción de las cantidades de materiales y energía utilizados en la extracción de recursos naturales, su explotación, y la destrucción o el reciclaje de los residuos;*

Resulta evidente que una aplicación efectiva de la “sostenibilidad” implica renunciaciones y cambios en las costumbres y hábitos de los habitantes de las clases o países más privilegiados. Y es en este punto donde radican algunas de las claves de la cuestión, como son el nivel de conciencia social existente sobre la problemática o el efecto sobre la estructura económica de una reducción del consumo.

Llegados a este punto nos podemos plantear la siguiente pregunta: ¿permite el actual modelo económico abordar con carácter permanente una disminución considerable del consumo?

Frente a esta tesitura se han producido diversas interpretaciones, desde todo tipo de ámbitos y disciplinas, que pueden ser resumidas en dos posicionamientos diferenciados¹⁹:

- *Los que defienden un desarrollo sostenible fuerte, que consigue incrementar el capital artificial (edificios, industrias, infraestructuras, etc...) sin que se hipoteque el capital natural (medioambiente) heredado por nuestra generación. Avalado por los ecologistas y científicos.*
- *Los que propugnan un desarrollo sostenible débil, que incrementa el capital artificial a costa del capital natural heredado por nuestra generación. Defendido por el poder político y económico.*

¹⁸ GAUZIN-MÜLLER, Dominique, *Arquitectura Ecológica, Barcelona, Gustavo Gilli, SA, 2002, pp. 13.*

¹⁹ RUANO, Miguel., “Pero, ¿qué es la sostenibilidad?”, en RUANO, Miguel(dir.), *Ecourbanismo, Barcelona, Gustavo Gilli, SA, 1999, pp. 10-11.*

Un análisis sobre las actuaciones etiquetadas²⁰ como “sostenibles”, puestas en marcha en nuestro entorno, nos permite distinguir que la segunda opción es la que se está aplicando en la realidad. Igualmente resulta constatable como el enfoque de la sostenibilidad tiene desigual predicamento en la clase política en función de su ideología y el estado al que pertenece. Mientras la Unión Europea, Japón o Canadá lideran la aplicación de políticas orientadas a la disminución del impacto del hombre sobre la naturaleza, otros estados como EEUU, China, Rusia o India obtienen ventajas competitivas a corto plazo mediante la consagración de la supremacía del enfoque económico sobre todos los demás (culturales, sociales, ecológicos, etc.).

Volvemos a afrontar problemas globales que no pueden ser resueltos desde la gobernanza local, mientras los agentes económicos disfrutan de herramientas que le permiten sortear estas barreras con facilidad. El resultado de esta disfunción, entre el margen de maniobra y la efectividad de acción de lo público frente a lo privado, es que se continúa postergando la toma de las decisiones precisas.

²⁰ La proliferación de etiquetas ecológicas o sostenibles abarca todos los campos de la actividad humana (incluyendo las de mayor incidencia medioambiental como la minería, industrias papeleras, etc.)



Figura 2.8.- (Arriba).
Logotipo de la etiqueta ecológica europea.

Figura 2.9.- (Abajo).
Otras etiquetas ecológicas.

Por ello cada vez adquiere mayor resonancia la controversia que origina la habilidad y flexibilidad con que se interpreta el concepto de “desarrollo sostenible”. Probablemente debido a la institucionalización del concepto, comienzan a surgir voces que cuestionan su capacidad para resolver los problemas ecológicos a los que debe responder, así como los resultados reales de la aplicación de políticas etiquetadas como “sostenibles”.

Desde la ecología urbana, Virginio Bettini sostiene que el consenso alcanzado en torno a la “sostenibilidad” sólo ha sido posible vaciando sus contenidos y dejándolo en un artificio retórico útil para políticos e industria en la elaboración de sus mensajes. Bettini denuncia esta situación en el contexto de la problemática urbana europea:

“Los documentos, en lugar de filosofar sobre la “sostenibilidad” deberían haber aclarado por qué no han servido hasta ahora las leyes, directivas y Reglamentos de la Unión para afrontar y resolver los problemas económicos, sociales y de degradación con que se enfrentan las ciudades europeas, además de proponer nuevos modos de gestión del

ambiente urbano y buenos modelos de análisis ambiental basados en el conocimiento de los mecanismos de retroalimentación administrativa”²¹.

Esta banalización de la “sostenibilidad” ha quedado recientemente sintetizada en el que podríamos denominar “fenómeno Al Gore²²”, quien con un impecable “show mediático” sobre el cambio climático ha obtenido pingües beneficios económicos y las más altas distinciones internacionales.

Algunos autores, como la politóloga Susan George, sostienen el mismo argumento e incluso llegan más lejos responsabilizando directamente al sistema económico imperante al afirmar de forma tajante:

²¹ Consultar la obra “BETTINI, Virginio, *Elementos de ecología urbana*, Madrid, Trotta, 1998”.

²² Albert Arnold Gore, Jr., galardonado en 2007 con el Premio Nobel de la Paz y con el Premio Príncipe de Asturias de Cooperación Internacional. Conviene recordar su anterior faceta como vicepresidente de los EEUU (uno de los países más contaminantes del planeta y con un escalofriante historial en lo que a incumplimiento de compromisos internacionales sobre la preservación del medio natural se refiere).

“...que el capitalismo y la sostenibilidad del medio ambiente –como está de moda llamarlo ahora- son incompatibles lógica y conceptualmente”²³.

En el extremo contrario algunos dirigentes internacionales comparten esta visión, sobre la incompatibilidad entre la sostenibilidad y el modelo económico imperante, aunque se decantan por anteponer los intereses corporativos de la industria frente al establecimiento de límites a la emisión de gases de efecto invernadero²⁴. Probablemente un desenlace satisfactorio de este desencuentro, y considerando que las decisiones pendientes son esencialmente políticas, supone el mayor reto al que se enfrenta la humanidad en el futuro. La magnitud de esta encrucijada requerirá visión, audacia y un fuerte apoyo popular. Resulta esencial la aparición de nuevos liderazgos políticos que, con independencia de su filiación ideológica, redimensionen y consigan equilibrar la relación

entre la legítima búsqueda de las ganancias individuales con la prosperidad del conjunto de los habitantes del planeta y la preservación de sus valores naturales. De lo contrario podríamos malograr uno de los mayores logros ecológicos de las últimas décadas: el intento de puesta en marcha de acuerdos de ámbito global para la reducción de emisiones a la atmósfera.

²³ GEORGE, Susan, *Otro mundo es posible si...*, Barcelona, Icaria Editorial e Intermon Oxfam, 2004, pp. 37, ISBN: 84-7426-703-X.

²⁴ El mandatario estadounidense George W. Bush se resistió sistemáticamente a establecer esas metas obligatorias, alegando que supondría una amenaza para la economía. Desgraciadamente el recientemente elegido presidente de los EEUU, Barack Obama, a pesar de su discurso oficial persiste en su negativa a ratificar los acuerdos internacionales sobre reducciones en las emisiones tóxicas a la atmósfera.

2.3 KIOTO Y LOS TRATADOS INTERNACIONALES :

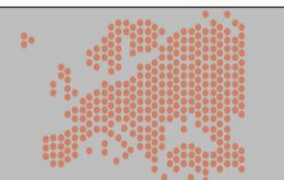
La creciente inquietud originada por la problemática medioambiental ha sido recogida en diversos foros, cumbres, acuerdos y tratados. El Club de Roma publicó en 1972 su célebre “Alto al crecimiento”²⁵ en el que defendía la necesidad de vincular desarrollo económico y protección de la naturaleza. En esta época se empiezan a crear los primeros ministerios de Medio Ambiente y desde entonces, y de forma más lenta de lo que cabría desear, la protección del medio ambiente va tomando posición en el debate político.

La “sostenibilidad” como marco de referencia de nuestro tiempo, ha tenido su eco en la escena política internacional. Así, podríamos subrayar la celebración de Conferencias y Cumbres (Río de Janeiro, Estambul, Kioto, Johannesburgo, Nairobi, Bali, Poznan, Copenhague, Cancún o Durban), cuyo grado de cumplimiento y relevancia han corrido suertes dispares al quedar supeditadas a otros intereses estratégicos. La firma en 1997 del denominado Protocolo de Kioto, con el objetivo de reducir la emisión de gases de efecto invernadero, supuso un hito en la lucha por la preservación del planeta.

²⁵ Consultar en <http://www.clubofrome.org>

	Emisiones con respecto al año base (%)		Objetivo 2008-2012 (*)	Desvío en 2008 respecto objetivo (**)
	1990	2008		
UE 27	100,0	88,7	:	:
UE 15	99,5	93,1	92,0	1,1
España	98,4	140,0	115,0	25,0
Luxemburgo	99,6	94,9	72,0	22,9
Austria	98,9	109,6	87,0	22,6
Dinamarca	99,4	92,1	79,0	13,1
Eslovenia	90,8	104,6	92,0	12,6
Italia	100,0	104,8	93,5	11,3
Irlanda	98,6	121,3	113,0	8,3
Portugal	98,6	130,3	127,0	3,3
Países Bajos	99,5	97,1	94,0	3,1
Bélgica	98,4	91,4	92,5	-1,1
Finlandia	99,1	98,8	100,0	-1,2
Alemania	99,9	77,7	79,0	-1,3
Grecia	96,5	118,6	125,0	-6,4
Francia	99,9	93,5	100,0	-6,5
Reino Unido	99,4	80,9	87,5	-6,6
Suecia	100,4	88,7	104,0	-15,3
República Checa	100,5	72,8	92,0	-19,2
Polonia	80,5	70,2	94,0	-23,8
Eslovaquia	102,6	67,8	92,0	-24,2
Hungría	84,4	63,4	94,0	-30,6
Bulgaria	88,5	55,4	92,0	-36,6
Rumanía	87,0	52,4	92,0	-39,6
Lituania	100,6	49,2	92,0	-42,8
Estonia	95,8	47,5	92,0	-44,5
Letonia	103,4	45,9	92,0	-46,1
Chipre	100,0	193,9	:	:
Malta	100,0	144,2	:	:
Islandia	101,4	144,9	110,0	34,9
Liechtenstein	100,0	114,8	92,0	22,8
Noruega	100,3	108,2	101,0	7,2
Suiza	100,3	100,8	92,0	8,8
Croacia	100,0	99,1	95,0	4,1
Macedonia	:	:	:	:
Turquía	100,0	196,0	:	:

Figura 2.10.-
Cumplimiento de los
compromisos del Protocolo de
Kioto en países de Europa.



Como hechos más relevantes destacamos la presencia en 1992 de los jefes de Estado de numerosos países en la Cumbre de la Tierra de **Río de Janeiro** – Brasil. Posteriormente, y tras la celebrada en **Durban** – Sudáfrica, podríamos hacer el siguiente recorrido con las más significativas:

- La Conferencia de Cambio Climático de 1997 celebrada en **Kioto** – Japón ²⁶ terminó con el acuerdo más relevante de los firmados hasta la fecha. Tal es su importancia que ya está provocando las primeras reacciones en algunos de los países que lo han suscrito.
- La cumbre de **Johannesburgo**²⁷ celebrada en septiembre de 2002 recibió numerosas críticas sociales por la falta de concreción de los compromisos adquiridos. No obstante entre las resoluciones aprobadas se encuentra promover la utilización de energías renovables desarrollándolas tecnológicamente y mejorando la ordenación de recursos para optimizar su uso.

- La Conferencia de Cambio Climático de 2006 celebrada en **Nairobi** – **Kenia** reconoció la contribución decisiva del Protocolo de Kioto para abordar el cambio climático. La cumbre culminó con el acuerdo de revisar Kioto para 2008, debido al agravamiento del proceso de calentamiento global.
- Posteriormente hemos asistido a una sucesión de Cumbres de la ONU entre las que citaremos las de **Bali** 2007 (13ª Conferencia de las Partes - COP 13), **Poznan** 2008 (COP 14), **Copenhague** 2009 (COP 15) y **Cancún** 2010 (COP 16); y en las que el principal objetivo era la obtención de un acuerdo jurídicamente vinculante sobre el clima y válido en todo el mundo a partir de 2012. Se pretendía negociar la continuación de Kioto mediante una reducción mundial de las emisiones de gases de efecto invernadero del 50% en 2050 respecto al nivel de emisiones de 1990. La Unión Europea viene proponiendo a lo largo de estas Cumbres una reducción para 2050 de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), en los países considerados desarrollados, de entre un 80% y un 95% respecto a las de 1990.

²⁶ Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Kioto-Japón, nov 1997. [http:// www.unfccc.int/](http://www.unfccc.int/)

²⁷ Consultar el texto íntegro en [http:// johannesburgsummit.org/](http://johannesburgsummit.org/)

- Concluiremos este repaso con la reciente Cumbre de **Durban 2011** (COP 17), en la que representantes de los 195 países presentes y tras dos semanas de desencuentros y arduas negociaciones trataron de salvar la conferencia acordando una prórroga de los compromisos establecidos en el Protocolo de Kioto.

Desgraciadamente podemos constatar que todas estas Cumbres han concluido con un rotundo fracaso, ante la falta de acuerdos concretos y finalmente ante la persistente negativa a adquirir compromisos de algunos de los países más contaminantes (como EEUU, India y China). Algunos de las denominadas economías emergentes, defienden que el parámetro a considerar no sean las emisiones de dióxido de carbono brutas sino el índice de emisiones de dióxido de carbono por habitante. En la figura 2.11 podemos observar como países como China o India, que emiten una gran cantidad de dióxido de carbono, mantienen un índice de emisión de dióxido de carbono por habitante muy inferior a la media. El caso de los Estados Unidos resulta especialmente significativo ya que siendo el segundo país más contaminante del planeta, y con uno de los mayores índice de emisiones por habitante, persiste en el bloqueo a aceptar compromisos en estas Cumbres.

Año 2008	País	Millones de t de Co ₂	t de Co ₂ por habitante
1	China	6.534	4,91
2	Estados Unidos	5.833	19,18
3	Rusia	1.729	12,29
4	India	1.495	1,31
5	Japón	1.214	9,54
6	Alemania	829	10,06
7	Canadá	574	17,27
8	Reino Unido	572	9,38
9	Corea del Sur	542	11,21
10	Irán	511	7,76
11	Arabia Saudita	466	16,56
12	Italia	455	7,82
13	Sudáfrica	451	9,25
14	Méjico	445	4,04
15	Australia	437	20,82
16	Indonesia	434	1,83
17	Brasil	428	2,18
18	Francia	415	6,48
19	España	359	8,86
20	Ucrania	350	7,61

Figura 2.11.-
Emisiones de Dióxido de Carbono por habitante en los países más contaminantes en 2008.



Un análisis secuencial de la serie de conferencias organizadas hasta la fecha, y a partir de los objetivos que se marcaban como prioritarios para cada una de ellas, permite concluir como sistemáticamente se han retrasado las propuestas más ambiciosas y comprometidas hasta la próxima cumbre.

Esta tendencia a la búsqueda de acuerdos internacionales pone en evidencia, una situación que viene siendo apuntada desde hace décadas, que el actual modelo de administración nacional debe ser superado en muchos ámbitos. La falta de un acuerdo, legalmente vinculante, en esta serie de Cumbres ha evidenciado la impotencia de la ONU para conducir con éxito las negociaciones hacia un compromiso multilateral.

La nota positiva la pone el esfuerzo de la Unión Europea haciendo propia la fórmula, que hizo fortuna en el ecologismo de finales del siglo pasado, que propone que tenemos que pensar globalmente (políticas y tratados internacionales suscritos por los estados) y actuar localmente (administraciones próximas al ciudadano y consumidores). Sin embargo la falta de peso político que evidencia la Unión Europea en la escena internacional, ha lastrado cualquier intento de exportar sus iniciativas.

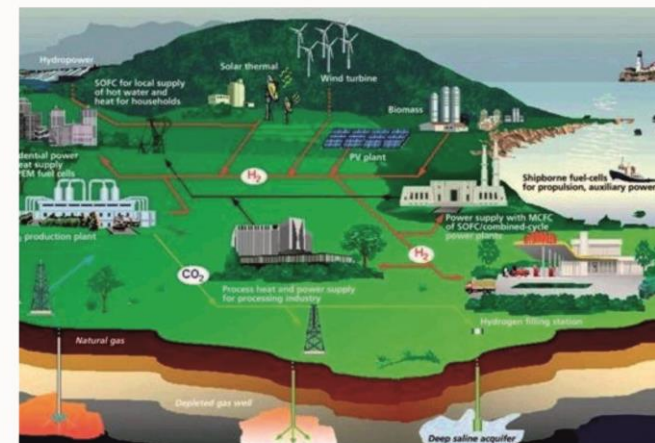


Figura 2.12.-

Arriba, posible aspecto de un futuro sistema energético integrado. Abajo, logo del programa Energía Inteligente para Europa.

En esta línea destaca el objetivo marcado por el Parlamento Europeo, diciembre de 2008²⁸, de alcanzar para el año 2020 recortar las emisiones de CO2 en un 20%, mejorar la eficiencia energética en otro 20% y que el 20% de la energía que consume proceda de fuentes renovables. Uno de los principales resultados de este impulso es que el sector verde europeo se ha convertido en una importante fuente de empleos en el último lustro²⁹.

Una ex comisaria europea de Medio Ambiente, en un artículo titulado “Mañana podría ser tarde”, advierte de las consecuencias más que evidentes del cambio climático y procede a dar una serie de recomendaciones prácticas para que a través de pequeños cambios en nuestro comportamiento contribuyamos a la reducción del consumo energético.

Quisiéramos citar el párrafo final de este artículo, con una elevada carga de compromiso a pesar de provenir de un alto cargo político, por lo revelador del mismo:

²⁸ Se trata del plan “20/20/20

²⁹ En febrero de 2012, Connie Hedegaard, la comisaria europea de Acción por el Clima, afirmó que el sector verde había creado más que 300.000 puestos de trabajo en los cinco años anteriores, y que tenía la posibilidad de crear aproximadamente 2 millones de puestos de trabajo en la UE hasta 2020.

“Pensad en ello, ¡hay tanto que se puede hacer para contribuir! El cambio climático general es real. De lo que se trata es de combatirlo empezando hoy mismo, sin esperar a mañana, pues podría ser demasiado tarde³⁰”.

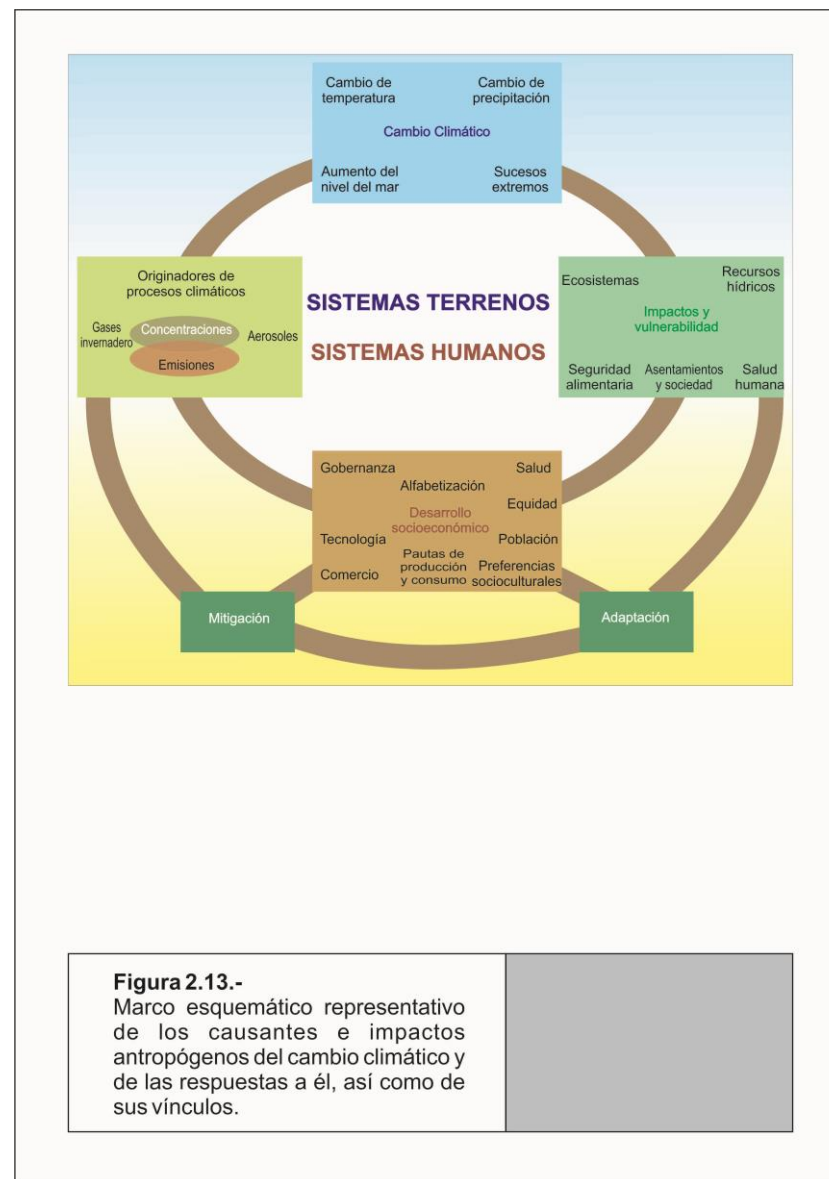
³⁰ Margot Wallström, fue comisaria de Medio Ambiente durante la Presidencia de la Comisión Europea de Romano Prodi desde el 16 de septiembre de 1999 al 21 de noviembre de 2004.

2.4 ECOLOGÍA Y SOCIEDAD :

Una vez expuestas las graves consecuencias que se derivan de la sobreexplotación de los recursos del planeta, tras constatar la frivolidad con la que algunos agentes económicos afrontan esta encrucijada y ante la incapacidad de las instituciones internacionales en la conciliación de acuerdos globales, parece llegado el momento de la acción ciudadana.

Estamos ante un escenario caracterizado por la cesión de lo “público” ante el progresivo empuje de los intereses corporativos. Estos últimos, han ingeniado y propiciado la mecánica de un mundo global mientras que los gobiernos permanecen maniatados por unas estructuras de poder obsoletas. Han conseguido consagrar la peregrina idea de que es posible seguir un modelo basado en un crecimiento económico perpetuo, auspiciado por una visión que sólo persigue beneficios inmediatos. Sin embargo ahora conocemos parte de los excesos³¹ ocultos tras la letra pequeña de las leyes del mercado y algunos de los costes derivados de esta gestión insostenible del planeta.

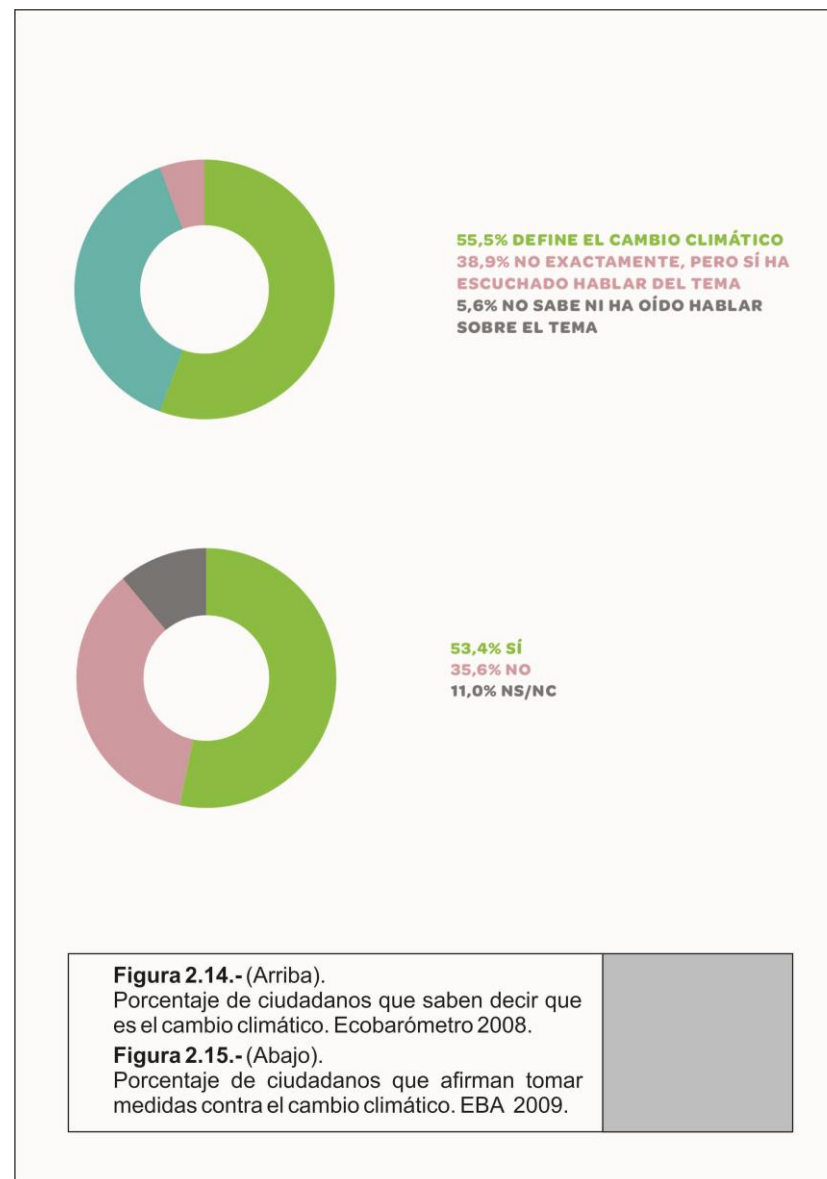
³¹ Aún seguimos inmersos en una grave crisis económica global cuyo inicio se puede escenificar con el descalabro del sistema bancario norteamericano de 2007.



En este contexto se está produciendo un cambio social que ha favorecido el nacimiento de la que podríamos denominar “conciencia ecológica”, cuya principal manifestación son las organizaciones no gubernamentales, grupos políticos no tradicionales, asociaciones ecologistas, etc. Actualmente la mayoría de los ciudadanos se preocupa por el medio ambiente, sabe identificar que es el cambio climático (ver figura 2.14) y afirma haber tomado medidas para luchar contra el calentamiento global (ver figura 2.15).

Este movimiento social surge frente a la Globalización Económica y reclama una Globalización Sostenible, que renuncie al crecimiento continuo como *leitmotiv* del actual sistema económico y que haga que el desarrollo sea realmente sostenible para disminuir la huella ecológica y la asimetría entre países ricos y pobres. Esta deriva forma parte de un movimiento más amplio en el que, como afirma el sociólogo francés Alain Touraine, “Es necesario impulsar un nuevo movimiento social” ya que “nadie quiere que la única lógica imperante sea la económica³²”.

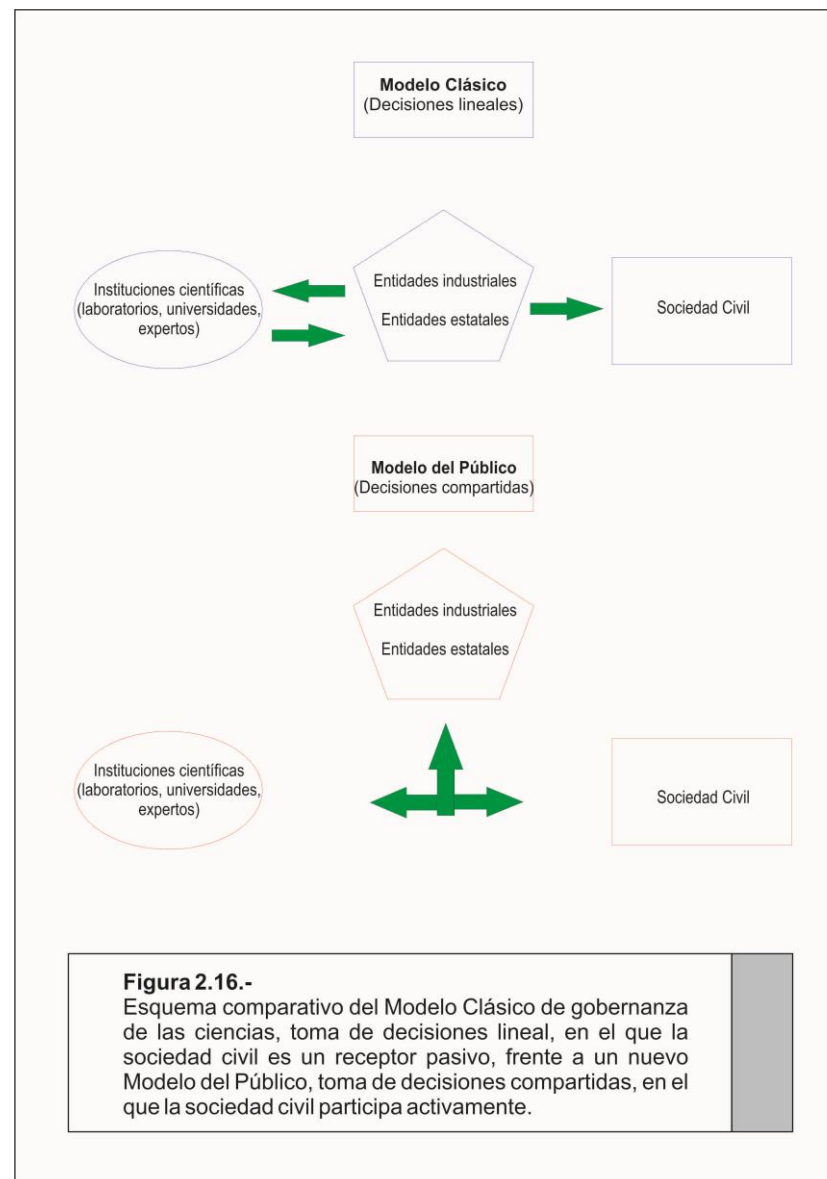
³² TOURAINE, Alain, *Diálogo: Culturas del Trabajo*, Forum Barcelona, Barcelona, 2004.



La gravedad de la crisis medioambiental y la incapacidad, demostrada por el sistema económico, para elaborar respuestas adecuadas a la magnitud del desafío evidencian que el actual modelo de desarrollo está agotado.

O revertimos la situación actual o nos exponemos a correr la misma suerte que otras civilizaciones que, en distintas épocas, sucumbieron por su falta de adaptación. Ya es tarde para el lamento, urge la aportación de ideas que permitan la configuración de un nuevo sistema que restablezca la armonía en la relación entre el hombre y la tierra. Hablamos de la configuración de un modelo que anteponga lo cualitativo frente a lo cuantitativo, y que contabilice otros valores más allá de los estrictamente económicos como la biodiversidad, naturaleza, cultura, justicia social, etc.

Para ello resulta esencial el establecimiento de un nuevo modelo de acceso al conocimiento, a partir de las posibilidades que ofrecen las nuevas tecnologías, basado en una participación real de la sociedad civil en la toma de decisiones (ver figura 2.16).



El primer impulso debe provenir de una ciudadanía comprometida con el asunto, para lo que resulta esencial explorar nuevas formas de participación y expresión de sus inquietudes. A tal objeto, se deben aprovechar las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, no sólo para obtener perfiles de consumo de potenciales clientes sino para canalizar las preocupaciones, demandas y expectativas de los ciudadanos.

Hablamos de una ciudadanía que debe estar dispuesta a asumir el reto energético de nuestra época mediante la incorporación del bienestar medioambiental del sistema tierra a sus prioridades colectivas y particulares. En esta tarea la ecología se presenta como uno de los principales argumentos a la hora de acometer la racionalización de los logros obtenidos por el progreso humano. De esta forma podremos cambiar la conflictiva fórmula de los “límites al crecimiento” por la de “alternativas al crecimiento”.

Si son las propias personas las que eligen voluntariamente incorporar a su escala de valores cotidiana la pureza del aire, la sostenibilidad de las ciudades o la preservación de la biodiversidad heredada, estaremos más cerca de resolver con éxito este desafío.

REFERENCIAS DE LAS FIGURAS :

Figura 2.1. Relación entre el crecimiento de la población rural, las migraciones y el medio ambiente rural.

Fuente: *Población, Medio Ambiente y Desarrollo*, División de Población de las Naciones Unidas, Nueva York, 2001.

Figura 2.2. Demanda eléctrica por zonas en España.

Fuente: Delegación Sur de REE.

Figura 2.3. Desequilibrios Generación-Demanda eléctrica en España.

Fuente: Delegación Sur de REE.

Figura 2.4. Mapa de riesgo de desertificación.

Fuente: Programa nacional de acción contra la desertificación. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

Figura 2.5. Mapa mundial comparando la huella ecológica de cada país con su biocapacidad, 2007.

Fuente: *Ecological Footprints Atlas 2010*, Global Footprint Network, Oakland, 2010, pp. 36.

Figura 2.6. Simulación de cambios en la temperatura media anual del periodo 2071–2100 relativo al periodo 1961–1990.

Fuente: *Cambio climático y biodiversidad*, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), 2002, pp. 9.

Figura 2.7. Ilustración de las sinergias y concesiones entre equidad y sostenibilidad.

Fuente: *Equidad y sostenibilidad: un mejor futuro para todos*, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Nueva York, 2011, pp. 23.

Figura 2.8. Logotipo de la etiqueta ecológica europea.

Fuente: www.ecolabel.eu

Figura 2.9. Otras etiquetas ecológicas

Fuente: *Manual de sensibilización medioambiental*, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, 2002, pp. 135.

Figura 2.10. Cumplimiento de los compromisos del Protocolo de Kioto en países de Europa.

Fuente: *Manual sobre El Protocolo de Kioto, Informe de Síntesis*, Iberdrola, Salamanca, 2005, pp. 54.

Figura 2.11. Emisiones de Dióxido de Carbono por habitante en los países más contaminantes en 2008.

Fuente: *Energía 2011*, Foro Nuclear, Madrid, 2011, pp. 278.

Figura 2.12. (Arriba) Posible aspecto de un sistema energético integrado en el futuro desarrollado a partir del programa Energía Inteligente para Europa. (Abajo) Logotipo del programa Energía Inteligente para Europa.

Fuente: SÁNCHEZ JIMÉNEZ, Manuel, Dirección General de Investigación de la Comisión Europea, Instrumentos para la integración de las energías renovables. *II Jornadas Técnicas sobre Energías Renovables y Tecnologías del Agua*, Roquetas de Mar – Almería, febrero 2004.

Figura 2.13. Marco esquemático representativo de los causantes e impactos antropógenos del cambio climático y de las respuestas a él, así como de sus vínculos.

Fuente: *Cambio climático 2007, Informe de Síntesis*, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), Ginebra, 2008, pp. 26.

Figura 2.14. Porcentaje de ciudadanos que saben decir que es el cambio climático. Ecobarómetro 2008.

Fuente: *Andalucía y el medioambiente 2000-2010: 10 años del Ecobarómetro*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Córdoba, 2011, pp. 85.

Figura 2.15. Porcentaje de ciudadanos que afirman tomar medidas contra el cambio climático. Ecobarómetro 2009.

Fuente: *Andalucía y el medioambiente 2000-2010: 10 años del Ecobarómetro*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Córdoba, 2011, pp. 90.

Figura 2.16. Esquema comparativo del Modelo Clásico de gobernanza de las ciencias, toma de decisiones lineal, en el que la sociedad civil es un receptor pasivo, frente a un nuevo Modelo del Público, toma de decisiones compartidas, en el que la sociedad civil participa activamente.

Fuente: *Hacia las sociedades del conocimiento*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), París, 2005, pp. 129.

3.- LAS RENOVABLES EN EL MODELO ENERGÉTICO.....

3.1.- Aproximación al mercado energético.

3.2.- El reto de las energías “verdes”.

3.3.- Las renovables en Andalucía.

3.4.- Alternativas y estrategias energéticas.

.- Referencias de las figuras.

3.- LAS RENOVABLES EN EL MODELO ENERGÉTICO.....

De entre todas las actividades humanas, la obtención de energía es la que incide de forma más notable sobre el medio ambiente. El carácter estratégico de los asuntos energéticos ha multiplicado su capacidad de generar conflictos, fenómeno creciente a medida que se van agotando, y de transformación de un entorno cada vez más lejano gracias al trazado de redes que estructuran el planeta. Sobre este modelo energético insostenible, basado en la quema de fuentes fósiles, pivota un sistema económico cuyos costes ocultos comienzan a ser calibrados. Es en este contexto en el que la aparición de las energías renovables surge como una necesidad en la que están depositadas buena parte de las esperanzas para invertir el deterioro del equilibrio planetario. La evolución experimentada por el sector de las renovables en los últimos años ha sido notable, aunque no exenta de aspectos mejorables, y permite afrontar retos futuros.

3.1 APROXIMACIÓN AL MERCADO ENERGÉTICO :

Una vez repasada la actual problemática medio ambiental, como punto de partida necesario, debemos acercarnos a los temas claves que permitirán aportar respuestas adecuadas al reto del cambio climático. Uno de los principales objetivos fijados a medio y largo plazo, es el de convertirnos en una sociedad baja en carbono. Para ello la Unión Europea se ha comprometido a reducir la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) de 1990, entre un 80% y un 95%, para 2050. El esfuerzo colectivo que implica esta colosal reducción de nuestras emisiones obliga, entre otras medidas, a la puesta en práctica de acciones de ahorro y eficiencia energética, propiciar cambios en las fuentes básicas de combustible, captura de CO₂ y un protagonismo creciente de las energías renovables (EERR).

Buena parte de estas actuaciones implican una profunda reestructuración de un modelo energético que debe mantener la seguridad de suministro, ser económicamente viable y dar respuesta a los desafíos medioambientales anteriormente expuestos. Las previsiones hasta 2020 que maneja la Oficina Española de Cambio Climático apuntan a un progresivo aumento de la participación de las EERR (ver figuras 3.1 y 3.2).

Para hacer reales estas previsiones, el estado español viene apoyando la producción a partir de fuentes de energía renovables a través de una legislación preferente, que reconoce el valor como recurso propio y que no genera costes externos (fundamentalmente la contaminación en todas sus vertientes) de estas energías¹. Esta legislación “prima” con una cantidad determinada de dinero el kilovatio hora (Kwh) producido con energía renovable, lo que permite mejorar la rentabilidad de los proyectos. No es casual que aquellos países en los que se ha primado la producción energética renovable (Dinamarca, Alemania, España, etc..), se hayan convertido en líderes en la implantación de energías renovables y en referentes tecnológicos de las energías limpias. Por contra encontramos a países en los que la estrategia energética ha optado por potenciar las vías fósil o nuclear², y que no ocupan en el sector de las renovables un papel relevante en la escena internacional.

¹ TORRES RAMOS, José Manuel, *El recurso eólico como energía alternativa, El mercado de la energía eléctrica*. Jornadas sobre recursos eólicos, Medina Sidonia – Cádiz, marzo 2002.

² Con 58 centrales nucleares Francia, cubre las tres cuartas partes de sus necesidades eléctricas, es el país con mayor dependencia de la energía nuclear y con mayor cantidad de reactores en relación a su población. Fuente: IAEA (Organismo Internacional Energía Atómica), www.iaea.org.

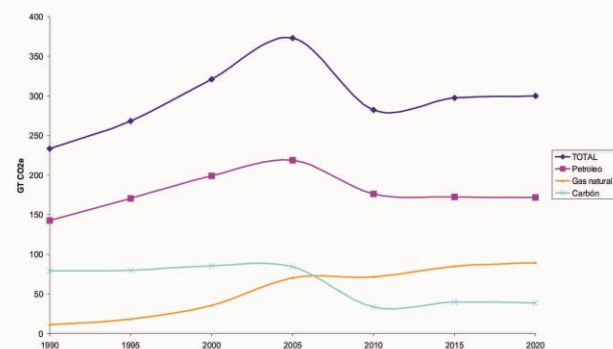
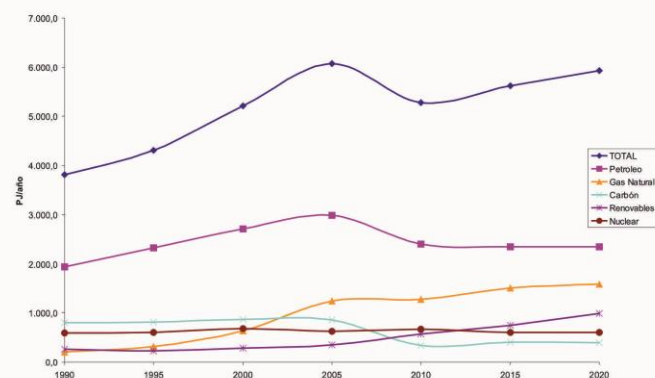


Figura 3.1.- (Arriba izquierda)
Evolución prevista de la estructura energética española.
Figura 3.2.- (Abajo izquierda)
Emisiones de Co2 por Combustible en España a 2020.

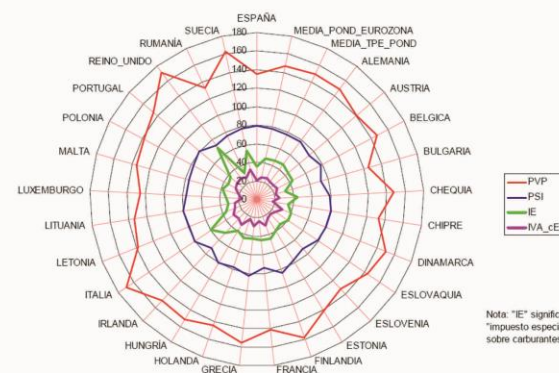
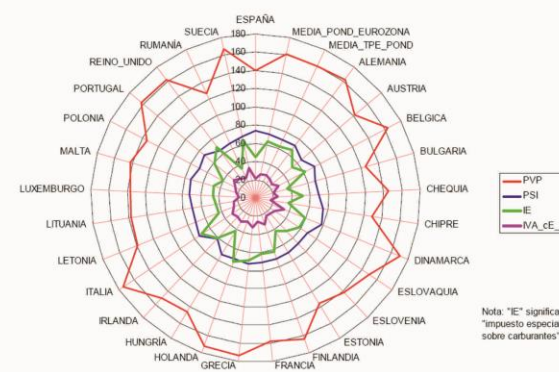


Figura 3.3.- (Derecha)
Precios e impuesto de la Gasolina 95 (arriba) y el Gasóleo
(abajo) en la U2 (céntimos/litro) en febrero de 2012.



El establecimiento de una prima para la energía renovable reconoce, aunque sólo parcialmente, que existen costes de producción en la generación de energía eléctrica a partir de fuentes no renovables que no pagan las empresas eléctricas, y que por tanto, no se repercuten en sus precios de venta (externalidades). Estos costes son los derivados de su impacto ambiental, ya que sí las empresas productoras de energía a partir de fuentes no renovables (petróleo, carbón, nuclear³, etc.), tuviesen que eliminar su impacto ambiental (limpiando vertidos de petróleo, limpiando el aire que contaminan etc...), afrontar estas tareas repercutiría en su coste actual de producción de electricidad de forma que haría competitivas a las energías renovables sin necesidad de prima alguna. La cuestión, sobre esta disfunción intrínseca al propio sistema económico imperante, está comenzando a ser recogida en foros y tratados internacionales bajo el concepto del que “el que contamine pague”⁴.

³ Tras el desastre nuclear de Fukushima (11/3/2011), el Gobierno de Japón ha tenido que aprobar un plan de ayuda a Tokyo Electric Power (Tepco), para evitar su quiebra, en el pago de indemnizaciones a los afectados por el accidente de la planta nuclear (Europa Press, 1/4/2011).

⁴ Como por ejemplo en la Directiva 2004/35/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de abril de 2004, sobre responsabilidad medioambiental en relación con la prevención y reparación de daños medioambientales.

Podemos percibir como el debate energético⁵ actual está básicamente focalizado entre las energías renovables y las no renovables. Son consideradas energías renovables la minihidráulica (se excluyen las grandes centrales hidráulicas debido a su impacto medioambiental), la eólica, la biomasa, la solar tanto térmica como fotovoltaica o termoeléctrica, la geotérmica y finalmente la energía que se obtiene de la fuerza del mar (olas y mareas). Por el contrario se consideran energías no renovables o convencionales al resto que componen el mix energético (centrales de combustibles fósiles, nucleares, grandes centrales hidráulicas, grandes cogeneraciones y otras).

En lo concerniente a la retribución a los productores de energía por la electricidad generada repasaremos, escuetamente, las diferencias entre “renovables” y “no renovables” o convencionales:

- a) La retribución de las instalaciones generadoras de electricidad adscritas al régimen ordinario (centrales fósiles, nucleares, grandes hidráulicas, grandes

⁵ PUIG BOIX, Josep, *Energías sucias o energías limpias: esta es la cuestión, L'economia global del petroli i els seus efectes sobre el medi ambient*. Chapapote Festival. Barcelona, diciembre 2002.

cogeneraciones y otras), se basa en un sistema de casación de ofertas. Estas instalaciones ofertan un precio de venta de la electricidad generada, a la vez que cada agente comprador realiza una oferta de compra de electricidad. Ambas ofertas se casan obteniéndose el precio de venta. Cuando al sistema le surge una necesidad instantánea de cubrir un exceso en la demanda, los denominados “picos” del sistema, se eligen de entre las instalaciones que no están en funcionamiento las que producen energía más barata, según el precio inicialmente ofertado. El precio de la última instalación que entra en producción, el más caro de todos los que están produciendo, es el pagado a todos los que en ese instante están produciendo (aun siendo superior al que ellos mismos ofertaron) y se denomina “Precio Marginal”. Este mecanismo se realiza cada día para el día siguiente, de forma que se quedan paradas las instalaciones que producen por encima del precio pool, al tiempo que los compradores que ofrecen precios inferiores al obtenido se ven obligados a acudir a mercados distintos al “diario” y en los que los precios son superiores. Esto es una simplificación del proceso ya que los precios que realmente se pagan están matizados por otros factores.

- b) La retribución de las instalaciones generadoras de electricidad de origen renovable, adscritas al régimen especial, está basada en un sistema de sobrepagas respecto a las retribuciones de origen convencional. Se establecen para cada tipo de fuente de energía una “prima”, y se paga al productor sobre la base de “pool” más “prima”. También se puede optar por el cobro de un precio fijo por Kwh. El objetivo final de este sistema selectivo de primas para el fomento de renovables no es otro que la mejora tecnológica y la progresiva reducción de los costes de producción.

La aplicación de este régimen de fomento de las energías renovables ha conseguido una paulatina reducción del coste de generación de las mismas, a medida que se ha ido consiguiendo su madurez tecnológica. La producción de electricidad procedente de algunas fuentes renovables ya es competitiva económicamente con las convencionales (energía eólica terrestre, minihidráulica y solar térmica de baja temperatura)⁶.

⁶ Fuente: Secretaría de Estado de Energía.

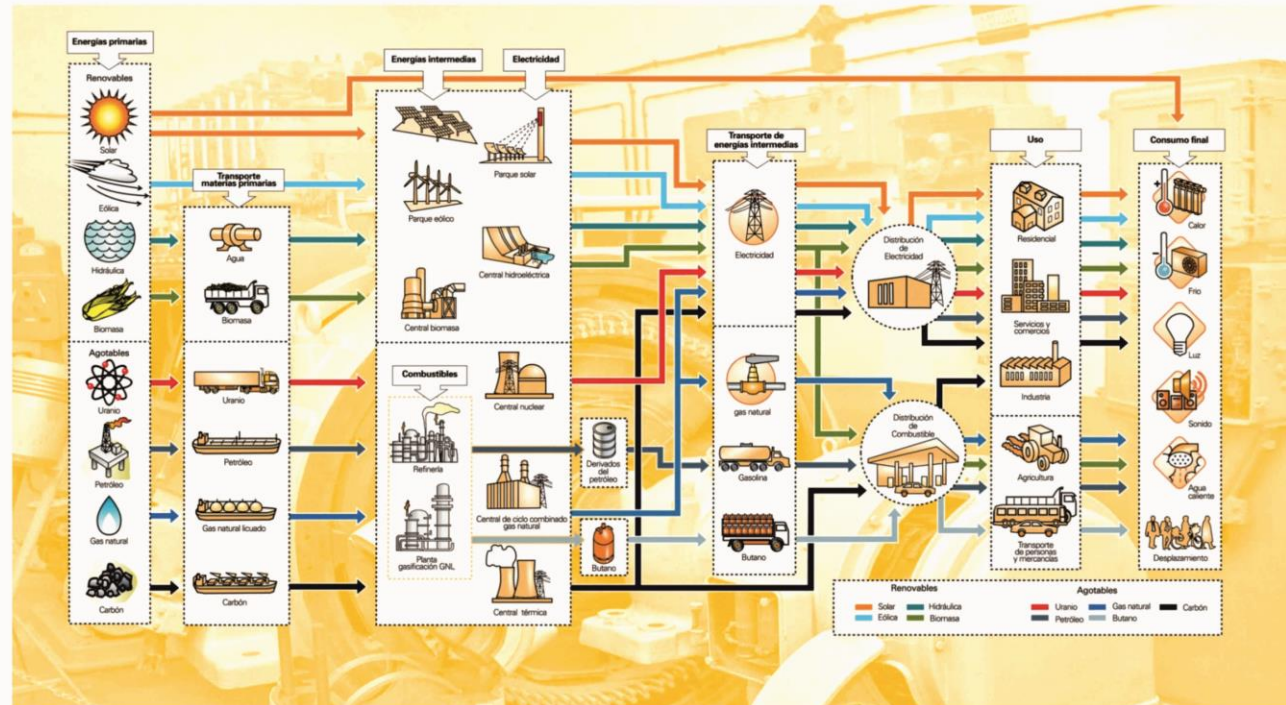


Figura 3.4.-
Esquema del sistema energético actual.

La electricidad fotovoltaica comienza a ser competitiva para determinados emplazamientos, ubicados en las áreas más meridionales de Europa, y se espera que en el próximo decenio sea prácticamente competitiva frente a otras fuentes de energía del mercado eléctrico europeo sin que exista ningún tipo de subsidios o ayudas externas⁷.

En figura 3.3 se observa el progresivo acoplamiento entre los costes estimados de generación eléctrica para las fuentes renovables y la estimación del precio del pool desde el año 2010 hasta 2030. Las energías procedentes del régimen especial (minihidráulica, la eólica, la biomasa, la solar tanto térmica como fotovoltaica o termoeléctrica, la geotérmica y finalmente la energía de las mareas y olas), tienen el derecho a ser vertidas de forma preferente al sistema eléctrico nacional, sin necesidad de casar sus ofertas con las demandas de energía cada instante. Esta prioridad en el vertido de las renovables, propicia que el mero hecho de estar integradas en el sistema eléctrico haga que cuando entran en funcionamiento reduzcan o interrumpan la aportación de las instalaciones de generación de energía más contaminantes, con lo que evitan la polución que estas ocasionan.

⁷ Consultar el estudio ‘SET For 2020’ realizado por la Asociación Europea de la Industria Fotovoltaica (EPIA) en www.epia.org/.

Año	Hidroeléctrica eólica y solar	Eólica (incluida en anterior).	Térmica clásica	Térmica nuclear
1940	1.350	-	381	-
1950	1.906	-	647	-
1960	4.600	-	1.967	-
1970	10.883	-	6.888	153
1980	13.577	-	16.447	1.120
1985	14.661	-	20.991	5.815
1990	16.642	-	21.370	7.364
1995	17.558	-	22.849	7.417
1996	17.834	-	23.960	7.498
1997	18.093	-	25.339	7.580
1998	18.613	-	26.228	7.638
1999	19.587	-	26.847	7.749
2000	20.198	2.294	28.180	7.798
2001	21.616	3.506	28.980	7.816
2002	23.289	5.064	31.683	7.871
2003	24.787	6.323	33.818	7.896
2004	27.185	8.524	37.907	7.878
2005	28.885	10.089	42.594	7.878
2006	30.934	11.884	45.791	7.728
2007	34.145	14.413	49.211	7.728
2008	38.803	16.324	49.682	7.728
2009	41.554	18.853	50.057	7.728
2010	43.144	20.179	51.318	7.796

Datos en MW a 31 de Diciembre.
La potencia térmica clásica incluye la correspondiente a todas las instalaciones térmicas del Régimen Especial.
Desde 2000 se desglosa la potencia eólica.
Fuente: UNESA y elaboración propia.

Figura 3.5.-
Evolución de la potencia instalada
(datos en MW) por tipos de
centrales en España.



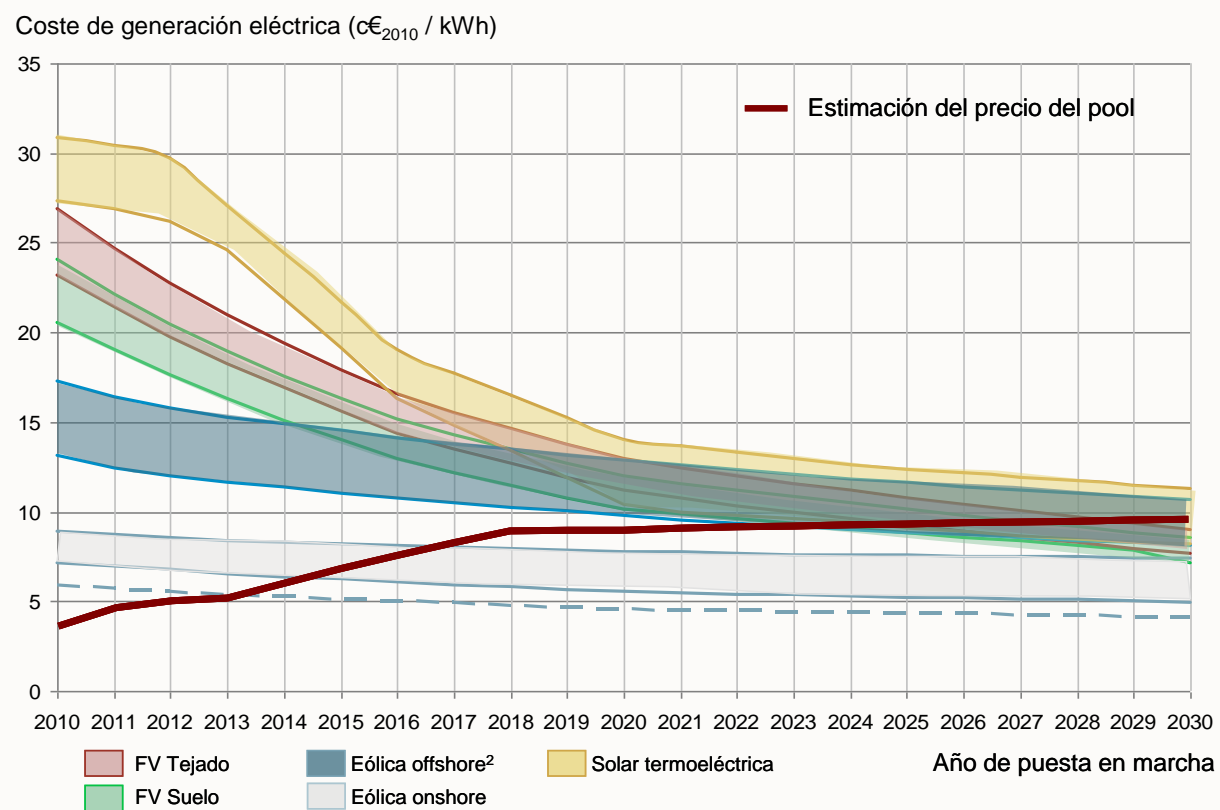


Figura 3.6.-
Evolución prevista del coste de generación renovable en España.



3.2 EL RETO DE LAS ENERGÍAS VERDES :

El contexto energético de los últimos años ha estado protagonizado por la aparición de las renovables y el progresivo aumento de su participación en el sistema energético, desplazando en numerosas ocasiones el protagonismo de las fuentes tradicionales. Este fenómeno, que irá en aumento en las próximas décadas, obliga a una reestructuración general de la estructura energética (establecimiento de un régimen jurídico que contemple nuevas relaciones productor/consumidor, adecuación física del territorio a las nuevas necesidades, parámetros de aplicación en el cálculo del precio de la energía, empleo de nuevas tecnologías de la información y comunicación, etc.) que implicará el esfuerzo de todos los agentes implicados (administraciones, ciudadanos, empresas, etc.).

Si a este escenario de cambio le unimos la complejidad que conlleva la planificación energética, sujeta a múltiples factores que alteran sus parámetros fundamentales de manera a veces imprevisible, comenzaremos a acercarnos a la dificultad del reto de las energías verdes. En esta línea, y a partir de la actual crisis económica, podemos comprobar cómo las previsiones de consumo energético del último lustro se han caído como

consecuencia de lo severo de la recesión. El resultado lo encontramos en decenas de centrales eléctricas del régimen ordinario, ejecutadas conforme a un escenario de bonanza económica, infrautilizadas a pesar de su elevado coste.

Por todo ello resulta imprescindible abordar el debate energético desde el sosiego y la objetividad de unos datos que evidencian que el futuro energético debe ser renovable. No podemos permitir que el actual contexto de crisis altere, sin obviar las medidas y ajustes concretos a adoptar en el día a día, e invalide los extraordinarios avances de las últimas décadas. A este respecto y como ejemplo de acción fallida, debido a que no se mantuvo en el tiempo, podemos citar el programa federal del viento de los EEUU. Se puso en marcha en los años sesenta del siglo pasado, coincidiendo con la “crisis del petróleo”, y contó con un importante apoyo financiero del gobierno norteamericano. Dos décadas después el programa fue abandonado, por la administración del presidente Reagan, cuando se empezaban a obtener los primeros resultados.

Las ventajas de las energías renovables son de sobra conocidas y naturaleza diversa, no obstante y entre otras destacamos las siguientes:

- A escala humana son inagotables. Como muestra destacamos que a partir de la radiación procedente del sol, el potencial de generación de energía solar de Andalucía es cuatro millones de veces superior al consumo anual de electricidad de todo el estado⁸.
- No producen emisiones de CO₂ o gases que contaminen la atmósfera. Con la excepción de la biomasa, aunque se considera que el balance de emisiones se neutraliza al tratarse habitualmente de organismos vegetales que han absorbido CO₂, a lo largo de su vida, o de otra procedencia pero destinados al reciclaje o tratamiento de residuos, por lo que se recicla y genera energía de forma simultánea.
- No generan residuos de tratamiento peligroso. Esta ventaja cobra especial significancia en comparación con la explotación de la energía nuclear, que conlleva un costoso tratamiento de los residuos generados.
- Estratégicamente son autóctonas y evitan la dependencia energética exterior. En España, el balance entre exportaciones e importaciones de petróleo y derivados supone un déficit comercial que representa

cerca de la mitad del total del déficit comercial del estado⁹. Garantizar el abastecimiento de crudo o uranio, para las áreas más desarrolladas del planeta, produce tensiones que han acabado en no pocos conflictos militares en las últimas décadas. La inestabilidad política de las áreas productoras de crudo (Oriente Medio, Magreb, etc.) provocan frecuentemente alzas repentinas en los precios.

- Se acoplan al territorio contribuyendo a su equilibrio al asentarse en emplazamientos en los que se dispone de recurso (viento, sol, cursos de agua, etc.). Esta lógica de implantación es deudora de las condicionantes físicos y ambientales de los enclaves y suponen una oportunidad de desarrollo para ámbitos apartados de los tradicionales ejes de generación de riqueza.
- Finalmente destacamos como las renovables, y en lo que respecta a las ventajas socioeconómicas, crean más puestos de trabajo que las convencionales por Kw/producido y con mayor grado de cualificación profesional¹⁰.

⁸ RUÍZ HERNÁNDEZ, Valeriano, *El reto energético*, Córdoba, Almuzara, 2006.

⁹ MARZO CARPIO, Mariano, *El coste de la adicción al petróleo*, Diario El País, Madrid, 25-7-2011.

¹⁰ COMISIONES OBRERAS, *Informe Energías Renovables y Creación de Empleo*, Madrid, 2001.

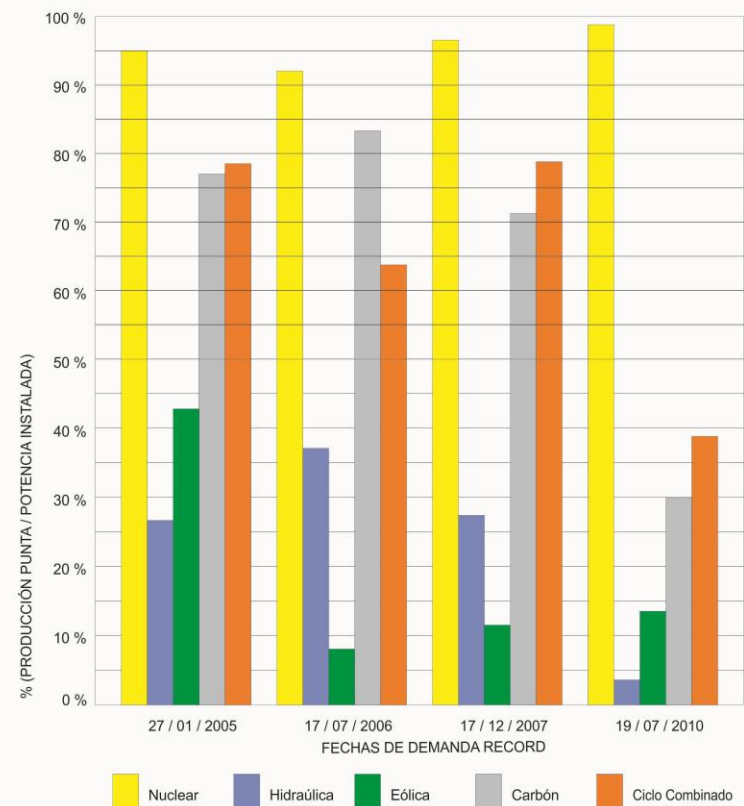


Figura 3.7.-
Contribución de las diferentes tecnologías en puntas de demandas de la serie histórica 2005-2010.



Máxima demanda de potencia media horaria y de energía diaria en

	Potencia (MW)	Fecha y hora	Energía (Gwh)	Fecha
2001	34.930	17 diciembre (18-19 h)	698	19-dic
2002	34.336	9 enero (19-20 h)	688	13-dic
2003	37.212	18 febrero (19-20 h)	761	31-ene
2004	37.724	2 marzo (20-21 h)	773	15-dic
2005	43.378	27 enero (19-20 h)	840	14-dic
2006	42.213	30 enero (19-20 h)	858	21-dic
2007	44.876	17 diciembre (19-20 h)	901	18-dic
2008	42.961	15 diciembre (19-20 h)	855	16-dic
2009	44.440	13 enero (19-20 h)	887	13-ene

Máxima demanda de potencia media horaria y de energía diaria en verano

	Potencia (MW)	Fecha y hora	Energía (Gwh)	Fecha
2001	31.238	25 junio (17-18 h)	672	25-jun
2002	31.868	19 junio (12-13 h)	663	26-jun
2003	34.538	26 junio (13-14 h)	727	26-jun
2004	36.619	30 junio (13-14 h)	757	30-jun
2005	38.542	21 julio (13-14 h)	777	21-jul
2006	40.275	11 julio (13-14 h)	825	18-jul
2007	39.038	31 julio (17-18 h)	802	18-jul
2008	40.156	1 julio (13-14 h)	816	26-jun
2009	40.226	1 septiembre (13-14 h)	797	1-sep

Fuente: REE y elaboración propia.

Figura 3.8.-
Máxima demanda de potencia media horaria y de energía diaria en los últimos años en España.



Una vez expuestas las principales ventajas de las energías renovables repasaremos brevemente, ya que serán extensamente desarrollados a lo largo del presente documento, aquellos aspectos que condicionan su expansión. Básicamente el desarrollo de las renovables se enfrenta a condicionantes territoriales, aquellos de naturaleza ambiental y paisajística, y a limitaciones técnicas inherentes a los recursos renovables y su integración en el actual modelo energético.

Dentro del conjunto de las limitaciones territoriales debemos partir de la premisa, aunque resulte elemental, que las renovables no se explotan donde se quiere sino donde se encuentra disponible el recurso. Esta condición es la que nos lleva a concluir que la selección de enclaves adecuados, con recurso suficiente, resulta esencial en la minimización del potencial impacto ambiental sobre los medios natural y social de estas infraestructuras. Se trata, en última instancia, de evitar la ocupación de zonas sensibles por la concurrencia de valores socioeconómicos, vegetales, faunísticos, hídricos, legales, patrimoniales, paisajísticos, etc. En este sentido deben orientarse aquellas acciones enfocadas a una mejor integración de las renovables en el entorno. Las afecciones disminuyen de forma proporcional con la dimensión o escala de la instalación, como desarrollaremos en puntos posteriores, hasta el punto

que prácticamente son despreciables en aquellas destinadas al autoabastecimiento. Por lo general constatamos la ausencia de planificaciones que especifiquen de forma clara la aptitud territorial de un enclave concreto (ante la presencia de valores ambientales, culturales, paisajísticos, etc.) para la implantación de infraestructuras renovables. Ello origina la toma de no pocas decisiones erróneas y un incremento notable en los costes de ejecución de los proyectos (dificultad en la obtención de licencias, problemas de localización, largos trámites burocráticos, falta de concienciación social sobre su necesidad, etc).

Mediante una correcta planificación se puede contribuir a la asimilación social de uno de los factores más sensibles de este proceso: la transformación del paisaje. El impacto derivado de la percepción del paisaje, en el que lo objetivo y lo subjetivo se interrelacionan, es uno de los más complejos y exige la aceptación por parte de una sociedad no dispuesta a renunciar a sus cotas de “bienestar energético” de la transformación de determinados paisajes. La aplicación de medidas de integración paisajística es un factor a desarrollar en la ejecución de instalaciones renovables, para lo que se requiere una participación más activa de profesionales cualificados en la materia (geógrafos, arquitectos, etc.).

En cuanto a las limitaciones técnicas uno de los aspectos pendientes de mayor desarrollo para las renovables, consiste en la dificultad que conlleva hacer previsiones con las mismas debido a la dependencia de factores enormemente cambiantes como la intensidad del viento, el sol, la lluvia etc. Según fuentes de Red Eléctrica Española¹¹ con una determinada potencia eólica instalada, un día crítico de exceso de frío o calor con una alta demanda, apenas produce una cuarta parte debido a que en días de temperaturas extremas las condiciones del viento son muy desfavorables. Si a la dificultad de establecer una predicción ajustada unimos los vaivenes de la demanda podemos entender la necesidad de contar con una base mínima de generación eléctrica gestionable con independencia de las condiciones meteorológicas (ver figura 3.5). Este factor provoca que se fije un porcentaje máximo de participación, limitación, de las energías renovables en la producción eléctrica total, por motivos de seguridad de la propia red. Así llegamos a uno de los elementos esenciales en el diseño del modelo energético del futuro: la red eléctrica.

¹¹ LUCIO VILLEGAS, Antonio, Delegado de Red Eléctrica de España en Andalucía, *El mercado eólico de Andalucía. Las nuevas infraestructuras eléctricas de Andalucía*. II Jornadas Técnicas sobre Energías Renovables y Tecnologías del Agua, Roquetas de Mar – Almería, febrero 2004.

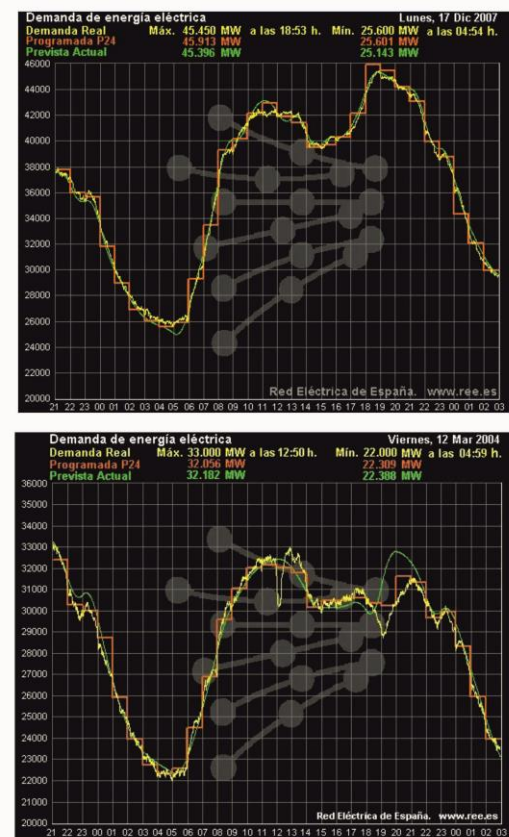


Figura 3.9.-
Curva de demanda de energía en España.



Pocos estados han desarrollado e innovando tanto, y en tan poco tiempo, la red eléctrica como España en la última década. En este periodo hemos asistido a un importante aumento del consumo eléctrico (sólo moderado en tiempos de crisis como el actual), a una creciente dependencia energética del exterior, a la liberalización del sector eléctrico y a la introducción de las renovables en la estructura de generación. Este último elemento, la aparición de las renovables, representa el hecho más relevante y el mayor reto que ha debido afrontar el sistema eléctrico español.

A la necesidad de equilibrar la generación con el consumo (ante la elevada diferencia de demanda entre picos y valles de consumo), a la imposibilidad de almacenar la energía eléctrica en la cuantía requerida o al déficit de interconexiones con el exterior, como problemática diaria del manejo del sistema eléctrico español, las renovables han incorporado nuevas exigencias para la gestión de un modelo energético en plena transición. A la variabilidad, y consecuentemente dificultad para establecer predicciones y gestionar la generación, de la producción renovable podemos añadir el comportamiento ante huecos de tensión como los principales retos tecnológicos a superar por las renovables. La generación distribuida, dispersión geográfica y de productores, es otro de los factores

que algunos se atreven a cuestionar de algunas renovables; no obstante cada vez son más las voces que la reivindican como algo positivo (por su contribución ante las pérdidas del sistema en zonas alejadas de las redes principales y por la democratización de las relaciones entre agentes que intervienen en el negocio energético). Los partidarios de las bondades de la generación distribuida señalan que de lo que se trata es de configurar un nuevo sistema eléctrico como una red inteligente en el que tengan cabida el autoconsumo, la participación de los consumidores en los sistemas de gestión de la demanda, la implantación de nuevas herramientas de predicción o la puesta en marcha de micro-redes.

Llegado a este punto podemos aseverar que la necesidad de cambio en el actual sistema energético nadie la cuestiona, de hecho ya ha comenzado aunque con excesiva lentitud, así como que la transición hacia ese nuevo modelo debe ser paulatina. La respuesta a esta coyuntura del operador del sistema, Red Eléctrica de España, ha consistido en la creación del Centro de Control de Régimen Especial (CECRE). El CECRE tiene como funciones la supervisión y control de los generadores adscritos a las energías renovables así como maximizar su integración de forma compatible con la seguridad del sistema eléctrico.

Los resultados del CECRE, lo han convertido en un referente tecnológico a nivel mundial, y los datos obtenidos permiten ir preparando futuras soluciones en pos de un nuevo modelo energético. La mayoría de las mismas¹² ya se han comenzado a aplicar y tienen como objetivo principal la mejora en la gestión de la demanda (ver figura 3.7):

1. Reducción del consumo: mediante la aplicación de mejoras técnicas en la eficiencia de equipos y procesos y con la puesta en marcha de acciones de concienciación sobre el ahorro energético (según Eurostat España tiene un consumo de energía final por habitante superior a la media de la UE).
2. Desplazamiento del consumo de la punta al valle: aplicando medidas de discriminación horaria y propiciando una participación activa de la demanda en los mercados.
3. Llenado de valles: mediante bombeo de las centrales hidroeléctricas para minimizar los vertidos de energía

renovable y reducir el coste de la electricidad, desarrollando tecnologías futuras de almacenamiento (pilas de combustible, etc.) y penetración progresiva de los vehículos eléctricos (para recargar mediante gestión inteligente en horas valle).

4. Reducción del consumo en las horas punta: servicio de interrumpibilidad (para reducir la potencia activa demandada hasta la potencia residual requerida en situaciones de emergencia), gestión activa de la demanda mediante el control automático de las cargas (se persigue reducir los picos de demanda, con el consiguiente ahorro energético, mediante la colaboración entre distribuidores y consumidores al objeto de modificar el perfil de consumo).

¹² CARBAJO JOSA, Alberto, *Retos y oportunidades de la red eléctrica en el futuro*. Jornadas técnicas: Por un futuro renovable. SEO - Birdlife, Madrid, mayo 2011.

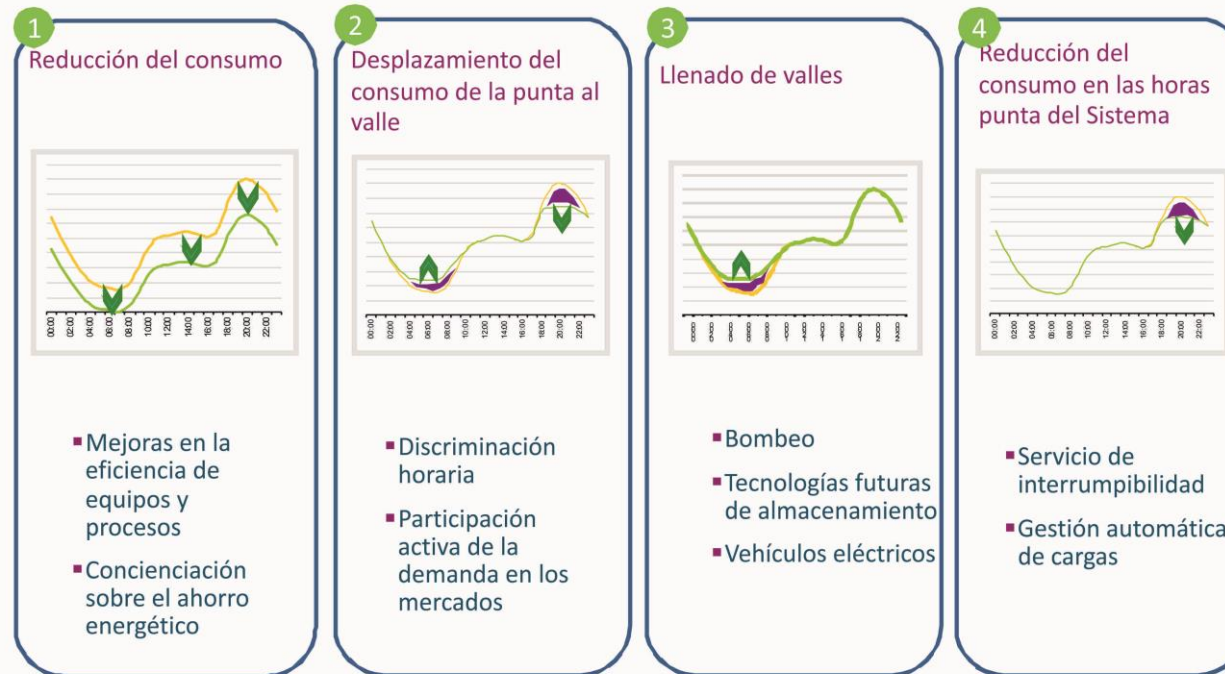


Figura 3.10.-
Medidas de gestión de la demanda.



3.3 LAS RENOVABLES EN ANDALUCÍA :

El territorio andaluz está poblado por cientos de elementos cuya presencia atestigua, desde antiguo, una lógica de implantación basada en el aprovechamiento de los recursos renovables disponibles. Hablamos de molinos de agua, de viento y mareales, salinas, minicentrales hidráulicas, centrales azucareras, etc., que forman parte de nuestro paisaje y a los que se les ha otorgado una valoración patrimonial. Y es que Andalucía cuenta con importantes y variados recursos energéticos renovables. Su explotación le ha permitido ocupar una situación de liderazgo, no sólo en generación eléctrica, sino también en generación térmica y en el sector de biocombustibles. Las características climáticas de su territorio, con una elevada irradiación solar y determinados enclaves ricos en recurso eólico, son idóneas para albergar este tipo de instalaciones de energía renovables. La amplia superficie forestal y la existencia de extensas áreas destinadas al cultivo del olivo, cuyos residuos tienen un alto potencial energético, representan una importante reserva de biomasa. Los cursos de agua han acogido molinos y minicentrales hidráulicas, instaladas a comienzos del siglo pasado, que también están presentes en la estructura energética andaluza. Finalmente, la incipiente puesta en marcha de las primeras instalaciones

geotérmicas cierra un panorama actual, de las renovables en Andalucía, que se completará en los próximos años con el presumible aprovechamiento de la energía “offshore”.

Gracias a este potencial de recursos energéticos, Andalucía ha desempeñado un papel pionero en el desarrollo y posterior explotación de las energías renovables. El auge experimentado en la implantación de instalaciones renovables en la Península Ibérica, en la última década, sería inconcebible sin la aportación de Andalucía a finales del siglo pasado. Debemos reivindicar el papel pionero de Tarifa (Cádiz), con la instalación del primer aerogenerador experimental de media potencia en 1981 y del primer gran parque eólico comercial una década después. La Plataforma Solar de Almería (Tabernas – Almería), referente mundial como centro de experimentación e investigación de proyectos solares desde su puesta en marcha en 1981, requiere igualmente una mención especial en este breve recorrido. Mucho se ha avanzado desde los orígenes, fugazmente revisados en el párrafo anterior, si bien es necesario intensificar los esfuerzos. En la actualidad el nivel de dependencia de los combustibles fósiles para el abastecimiento energético de Andalucía continua siendo desmesurado y superior a la media de España y la Unión Europea.

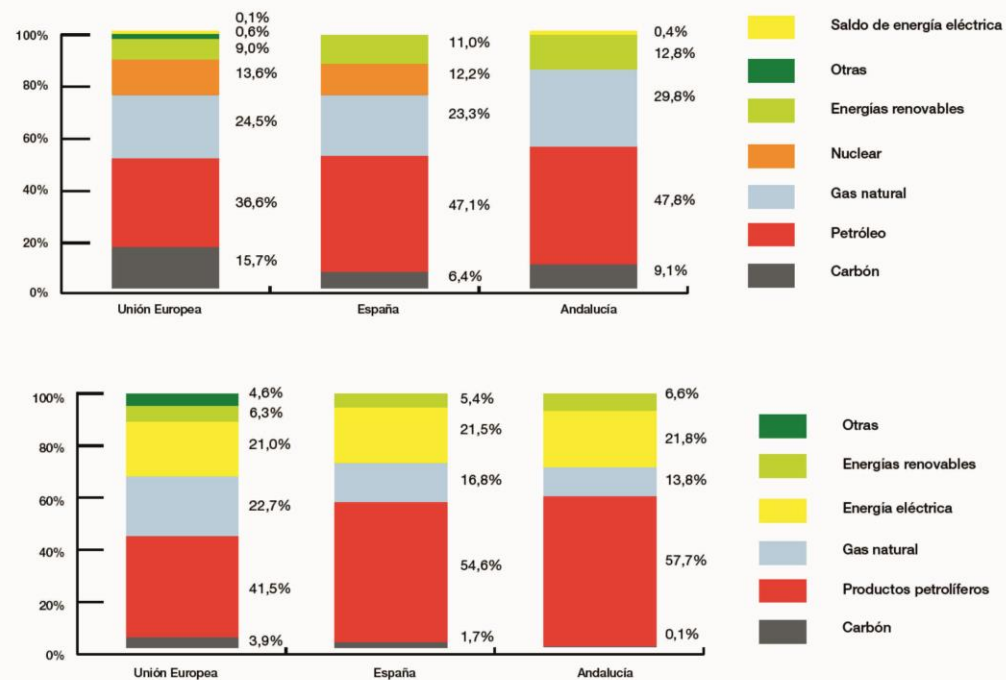


Figura 3.11.-

(Arriba) Consumo de energía primaria por fuentes en Andalucía .
(Abajo) Consumo de energía final por fuentes en Andalucía .



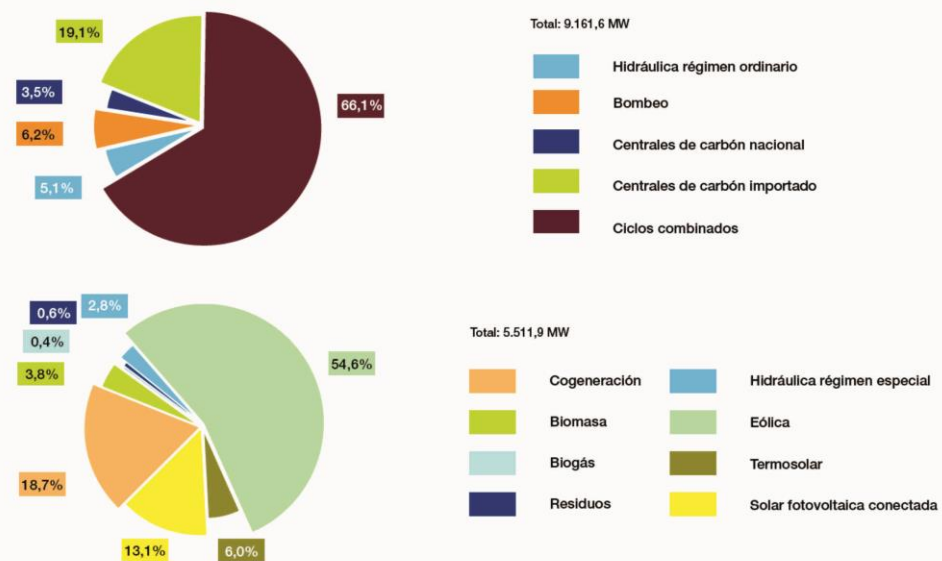


Figura 3.12.-
(Arriba) Potencia instalada en régimen ordinario en 2010 en Andalucía.
(Abajo) Potencia instalada en régimen especial en 2010 en Andalucía.



No obstante, debemos tener en cuenta que esta preponderancia se ve afectada por la concentración de grandes centrales que, ubicadas en Andalucía por cuestiones logísticas, contribuyen al total de generación energética estatal. Y es que la propia localización geográfica de Andalucía ha favorecido la implantación de algunos nodos principales, como los puertos de carga y descarga de hidrocarburos y sus derivados o el trazado de gaseoductos hacia los yacimientos del Magreb, de las grandes redes de infraestructuras energéticas a escala continental. En torno a estas redes y sus nodos han aparecido centrales térmicas de fuel, refinerías, centrales de ciclo combinado, etc. que aumentan el peso relativo de los combustibles fósiles en la estructura de generación energética de Andalucía.

La insostenible dependencia energética del crudo (desde una óptica medio ambiental y financiera), el aumento en la emisión de gases de efecto invernadero o el crecimiento continuado del consumo energético, refuerzan la necesidad de alternativas basadas en el aprovechamiento de recursos autóctonos y no contaminantes. El contexto de la actual crisis económica no debería eclipsar ni poner en peligro, con recortes y ajustes indiscriminados, los logros de uno de los pocos sectores de la economía andaluza que se han revelado como competitivos y

generador de valor añadido. La experiencia acumulada al respecto en otros países, como el abandono de las políticas de incentivos a las renovables por los Estados Unidos en el último tercio del siglo pasado, debería ser un estímulo suficiente para evitar repetir la toma de medidas tan drásticas y desacertadas¹³. El avance experimentado por el sector de las renovables en Andalucía, desde los proyectos pioneros anteriormente descritos, ha posibilitado que más de un tercio de la potencia eléctrica total de Andalucía provenga de energías renovables y que más de una décima parte de la energía primaria consumida en la región sea ya de origen renovable.

La energía eólica, gracias a su fuerte implantación durante el último lustro, es la que tiene mayor importancia cuantitativamente. A los primeros parques eólicos localizados en el área del estrecho de Gibraltar, se han ido sumando nuevas instalaciones por la práctica totalidad de sus provincias que han ido cambiando el mapa eólico andaluz. Su contribución a la generación de energía eléctrica renovable supone aproximadamente dos tercios de la potencia total

¹³ Como ha supuesto la supresión temporal de las ayudas a las renovables aprobada por el Gobierno de España, el pasado 27 de Enero de 2012, mediante el Real Decreto-ley 1/2012.

instalada de este tipo, lo que la sitúa en el octavo lugar a nivel europeo y cuarto en España. Sin embargo, esta posición relevante no encuentra correspondencia en lo que respecta a la localización de centros de montaje, fabricación e investigación y desarrollo¹⁴.

En energía solar, Andalucía encabeza el listado de comunidades con mayor superficie solar térmica instalada. Ya se ha superado el medio millón de metros cuadrados de superficie, desde el impulso a principios de los 90 del programa PROSOL, en instalaciones de energía solar térmica de baja temperatura. En el ámbito fotovoltaico se han puesto en marcha programas de relevancia internacional: en la Sierra de Segura para evaluar la idoneidad de los sistemas fotovoltaicos aislados como instrumentos de desarrollo de zonas rurales, el proyecto UNIVER de la Universidad de Jaén para la demostración de la viabilidad y estudio de la conexión a red de instalaciones integradas en edificios¹⁵, etc. No obstante corresponde a la tecnología termosolar el mayor protagonismo, dado su potencial de crecimiento en los próximos años. Desde

la instalación de la emblemática Plataforma Solar de Almería a las primeras plantas comerciales europeas de Sanlúcar la Mayor o El Marquesado, Andalucía se ha convertido en líder destacada de esta tecnología.

Andalucía, por la presencia de un sector agroforestal desarrollado, también lidera tanto la producción de biomasa térmica como la de biomasa eléctrica (con más de 15 plantas que representan casi la mitad de la generación estatal). Existe un gran potencial pendiente de explotación a partir de los recursos disponibles de residuos agrícolas, forestales, biodegradables e industriales, cultivos energéticos, etc.

En lo referente a las minicentrales hidráulicas, la provincia de Jaén es la que acumula mayor número de instalaciones. Y es que la producción hidroeléctrica andaluza, sujeta al régimen especial, se concentra fundamentalmente en el valle del Guadalquivir y en las estribaciones de Sierra Nevada. En Andalucía se cuenta con experiencia en materia de rehabilitación de minicentrales, y esto es muy importante dado que el desarrollo futuro del sector está condicionado y casi

¹⁴ Podemos citar como excepción, aunque en dificultades por la crisis, la fábrica de EOZEN en la comarca del Marquesado (Granada).

¹⁵ PÉREZ GARCÍA, Manuel, *Energía solar*. Energías renovables: paisaje y territorio andaluz. Grupo de Estudios TEXTURA, Sevilla, 2010.

limitado al aprovechamiento de las infraestructuras existentes (menor inversión e impacto ambiental asociado nulo)¹⁶.

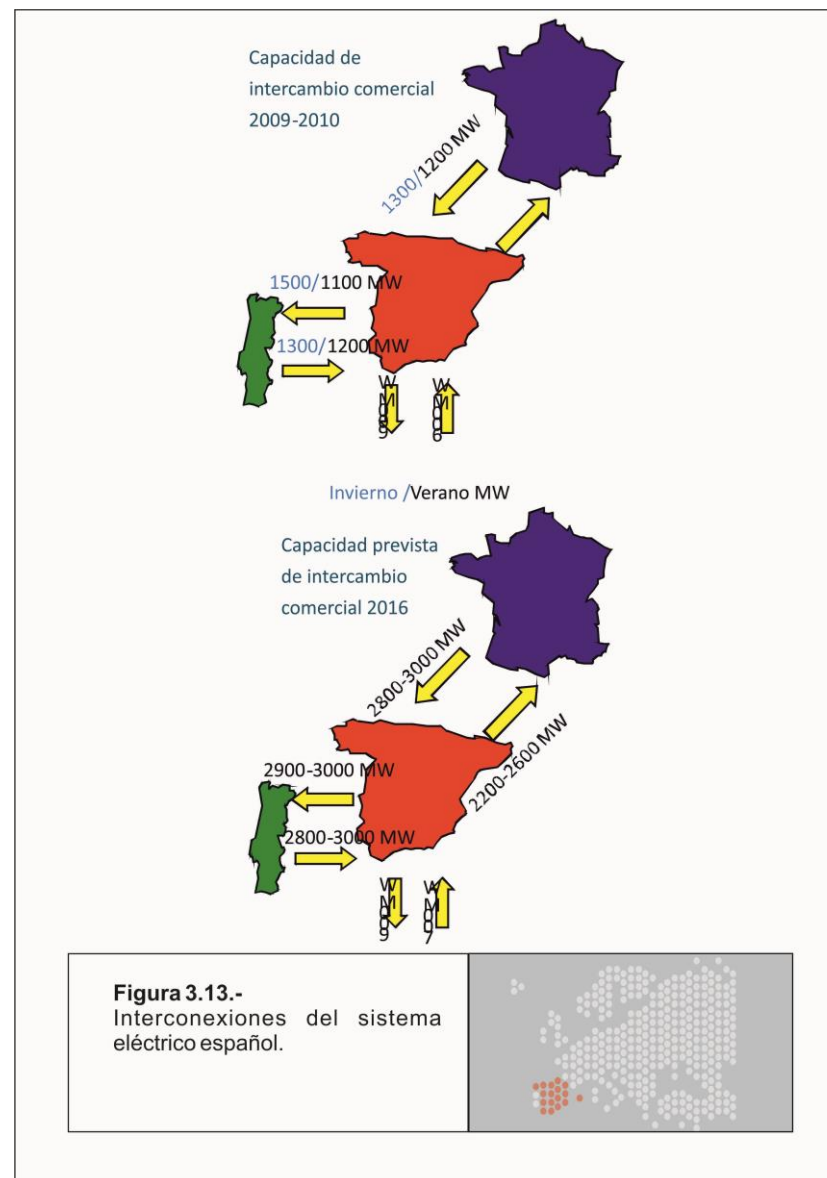
Como cierre del panorama de las renovables en Andalucía mencionaremos la tecnología geotérmica, sus aplicaciones prácticas la confirman con una de las tecnologías del futuro, y las propuestas de explotación de la energía en el mar mediante la construcción de parques eólicos “offshore” o de centrales mareomotrices en diques y otras infraestructuras portuarias.

Concluiremos este punto destacando que buena parte de la fortaleza y potencial del sector de las renovables en Andalucía reside, esencialmente, en la diversidad y calidad de fuentes de energía disponible. Es difícil encontrar territorios con el nivel de radiación solar de Andalucía y que dispongan simultáneamente de considerables recursos energéticos eólicos, biomasa, marinos, geotérmicos y en menor medida hídricos. Como desarrollaremos en el punto siguiente, todos los modelos energéticos sostenibles del futuro precisan el aprovechamiento de energías renovables procedentes de fuentes diversas que se complementen entre sí.

¹⁶ MEDINA QUESADA, M^a de los Ángeles, *Energía Hidráulica. Energías renovables: paisaje y territorio andaluz*. Grupo de Estudios TEXTURA, Sevilla, 2010.

3.4 ALTERNATIVAS Y ESTRATEGIAS ENERGÉTICAS :

Una vez esbozada la estructura del modelo energético actual, consideramos oportuno realizar un escueto ejercicio de prospectiva sobre el posible escenario del mañana. Comenzaremos con una simple pregunta ¿Es viable plantearse un horizonte renovable? Parece claro que el futuro energético debe ser renovable, la cuestión es cuando y como podemos alcanzar ese escenario. La transición hacia ese nuevo modelo energético ya ha comenzado, si bien el camino no será fácil. Y es que simplemente con disponer de recursos energéticos renovables no basta, ya que la mayor fuerza de cambio en este proceso corresponde a los propios ciudadanos. La concienciación social a este respecto debe facilitar que conozcamos cuanta energía necesitamos realmente para satisfacer nuestras necesidades así como el papel que queremos desempeñar en un nuevo marco de relaciones. No debemos obviar como a pesar de los mensajes favorables al ahorro energético, el actual modelo energético no deja de ser un negocio en el que a mayor consumo mayores beneficios obtienen las empresas que lo integran. Por todo ello la responsabilidad en el consumo o el fomento efectivo de las medidas de ahorro y eficiencia energética, deben ser el origen de este recorrido.



Otra de las claves apuntadas por algunos expertos es la consolidación de procesos de interconexión de sistemas energéticos entre distintos estados, al objeto de optimizar el rendimiento y la seguridad del conjunto. De esta forma se podrían mover excedentes energéticos, como por ejemplo la producción eólica de la Península Ibérica generada en horario nocturno, con menor viabilidad. Sin embargo la materialización de este proceso de interconexión exigiría un gran esfuerzo técnico e inversor para garantizar el equilibrio y la estabilidad de los sistemas, por lo que aquellos países con redes obsoletas no podrían participar en la integración hasta la subsanación de sus deficiencias estructurales.

En el ámbito de la Unión Europea, también somos testigos de la problemática que conlleva la interconexión transnacional. Desde Bruselas se considera que para formar parte del mercado energético común, cada estado tendría que tener como mínimo un diez por ciento de capacidad de interconexión. Este objetivo resulta especialmente difícil de conseguir para países que, como España, Grecia o Portugal, están ubicados geográficamente en la periferia de la UE. Finalmente, y tras más de tres lustros de negociaciones, se ha acordado el soterramiento de 50 kilómetros de la nueva línea de

interconexión eléctrica de Muy Alta Tensión (MAT) entre la Península Ibérica y Francia por el Pirineo Oriental¹⁷.

Hasta la fecha no ha existido una política energética común para la Unión Europea, al ser propia de los estados, pero esta situación está cambiando debido a la necesidad de garantizar el abastecimiento y cumplir con los compromisos internacionales adquiridos. Así en la Constitución Europea se define a la energía como “una competencia compartida entre la Unión y los Estados Miembros” y se marcan los siguientes objetivos¹⁸:

- *garantizar el funcionamiento del mercado de la energía;*
- *garantizar la seguridad del abastecimiento energético en la Unión, y*
- *fomentar la eficiencia energética y el ahorro energético así como el desarrollo de energías nuevas y renovables.*

¹⁷ Cumbre franco-española de París, el 10 de enero de 2008. Consultar la Declaración Conjunta sobre las interconexiones eléctricas y gasistas entre España y Francia en http://www.ambafrance-es.org/france_espagne/IMG/pdf/declaration_sur_les_interconnexions_energetiques_3_-2.pdf

¹⁸ Constitución Europea, Sección X: Energía, Artículo III-256.

Resulta muy revelador el nombre del programa, “Energía Inteligente para Europa”, creado por la Comisión Europea a tal efecto y con los siguientes objetivos¹⁹:

- *Proporcionar los elementos necesarios para la promoción de la eficiencia energética y la mayor utilización de las fuentes de energía renovables con miras a reducir el consumo de energía y las emisiones de CO2.*
- *Desarrollar instrumentos y medios, que podrán usar la Comisión y los Estados miembros, para realizar la supervisión y evaluación del impacto de las medidas adoptadas por los Estados miembros.*
- *Promover modelos eficientes e inteligentes de producción y consumo de energía fundamentados en bases sólidas y sostenibles, fomentando la sensibilización a través, sobre todo, del sistema educativo.*

Para cumplir con estos puntos algunos responsables²⁰ de investigación comunitarios indican que se precisará la

modernización de la estructura del suministro eléctrico, descentralizando la red de suministro e integrándola con redes de información para conseguir el acercamiento efectivo entre centros de producción y consumidores. La aparición de Sistemas Energéticos Integrados generará nuevas realidades territoriales que pueden emplearse en la reducción de nuestra “huella ecológica”.

Estos sistemas apuestan por las “energías limpias” combinadas con pilas de combustible, grandes y pequeñas, para generar electricidad doméstica y descentralizada. También podrán utilizarse redes locales de hidrógeno para alimentar vehículos convencionales o de pilas de combustible. En breve dispondremos en el mercado de vehículos eléctricos²¹, con los que asistiremos a una auténtica revolución hacia una movilidad más sostenible. La recarga nocturna de las baterías de estos vehículos contribuirá al equilibrio entre la demanda eléctrica diurna y nocturna, al tiempo que permitirá obtener una reducción notable en la polución.

¹⁹ Se puede seguir el programa y sus principales resultados en <http://ec.europa.eu/energy/intelligent/>

²⁰ SÁNCHEZ JIMÉNEZ, Manuel, Dirección General de Investigación de la Comisión Europea.

²¹ El día 9 de febrero de 2010 el entonces ministro de Industria, Turismo y Comercio, Miguel Sebastián, declaraba que “el vehículo eléctrico ha nacido hoy en Europa”, consultar Diario El País 9/2/2010.

Cobrarán protagonismo soluciones de planeamiento basadas en una correcta interpretación del potencial de las “leyes naturales” (sol, viento, agua y humedad del aire, vegetación, etc.) en detrimento de buscar el apoyo directo en las “redes artificializadoras” (infraestructuras de transporte, líneas eléctricas, etc.) que hemos ido tejiendo durante siglos con el objeto de entrelazar los nodos de producción y los terminales de consumo.

Se vislumbra pues, un nuevo modelo de ocupación territorial en el que los centros de producción pueden y deben coincidir con los puntos de consumo. Con esto se desdibujarán las huellas físicas que dejan las tradicionales “redes artificializadoras” sobre el territorio en beneficio de las “nuevas redes virtuales” de información que controlarán estos procesos con un impacto prácticamente imperceptible y las “antiguas redes naturales” que recuperaran el espacio cedido durante tantos años. Pero debemos ser realistas y considerar que no partimos de cero. El sistema eléctrico del futuro debe contar con buena parte de la estructura del actual y planificar una transición hacia el nuevo modelo. Por ejemplo, no se plantea un desmantelamiento inmediato de las centrales nucleares o de las centrales más contaminantes (carbón o fuel oil), sino su cierre cuando vayan cumpliendo su ciclo de vida.

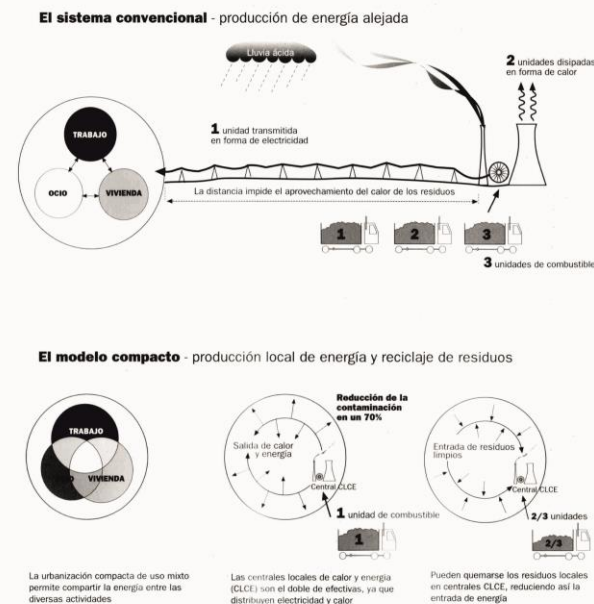


Figura 3.14.-

Los modelos de ordenación de las actividades sobre el territorio tienen un reflejo inmediato en el consumo y eficiencia de la energía, polución atmosférica, reciclaje etc.

En este escenario de futuro, una red eléctrica inteligente seguirá garantizando la seguridad en el suministro eléctrico. El sistema de transporte de electricidad permite la presencia de muchos pequeños productores y alguna gran central (solar, hidroeléctrica, eólica), que garantizan un ‘mix’ renovable diversificado y adaptado a los diferentes territorios. Las instalaciones de producción de energía renovable son más próximas a los centros de consumo y la instalación de un tipo u otro está marcada por la disponibilidad local de dichos recursos, priorizando suelos poco productivos o ya modificados²².

Concluiremos como empezamos, remarcando el papel que está llamado a jugar una ciudadanía que pasaría a convertirse en un agente activo en el modelo energético del futuro. Mediante un cambio de relaciones en el actual esquema producción-consumo y a través de una gestión y legislación más democrática y transparente, los consumidores finales podrían tener la opción de convertirse en pequeños productores de energía. Para ello resulta igualmente imprescindible una revisión profunda de la política de precios, debe internalizar los costes ambientales, e igualar el precio de la autoproducción al

de consumo final. Todo ello redundaría en un consumo más responsable donde el consumidor, gracias a las redes inteligentes se pasa de demanda pasiva a demanda activa, se relaciona de forma más directa con la red de distribución y tiene a su alcance convertirse en productor.

²² SEO Birdlife, *Por un futuro renovable*, Madrid, 2011.

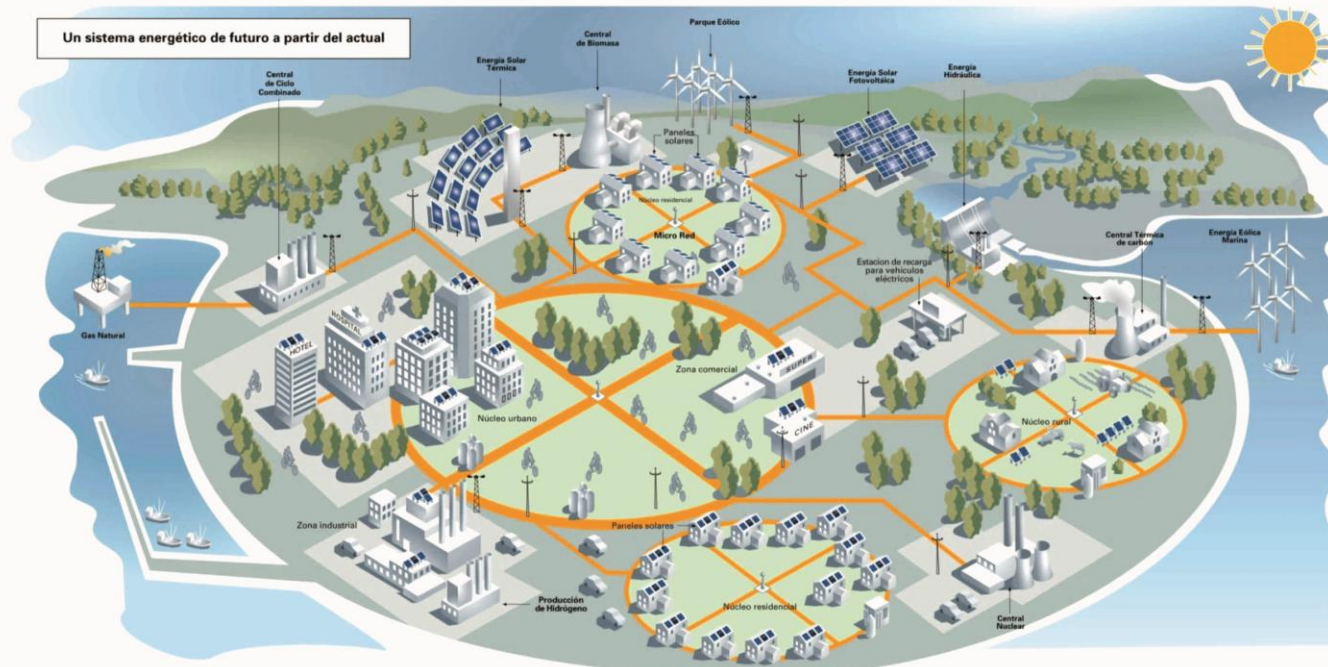


Figura 3.15.-
Esquema de un sistema energético de futuro a partir del actual.

REFERENCIAS DE LAS FIGURAS :

Figura 3.1. Evolución prevista de la estructura energética española.

Fuente: Informe España Art 3.2 Monitoring Mechanism Decision, 2011.

Figura 3.2. Emisiones de Co2 por Combustible en España a 2020.

Fuente: Informe España Art 3.2 Monitoring Mechanism Decision, 2011.

Figura 3.3. Precios e impuesto de la Gasolina 95 (arriba) y el Gasóleo (abajo) en la U2 (céntimos/litro) en febrero de 2012.

Fuente: MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO, *Precios de Carburantes y Combustibles*, febrero 2012, pp. 23 y 24.

Figura 3.4. Esquema del sistema energético actual.

Fuente: RUÍZ HERNÁNDEZ, Valeriano, *Potencial energético de Andalucía*. Energías renovables: paisaje y territorio andaluz. Grupo de Estudios TEXTURA, Sevilla, 2010.

Figura 3.5. Evolución de la potencia instalada (datos en MW) por tipos de centrales en España.

Fuente: *Energía 2011*, Foro Nuclear, Madrid, 2011, pp. 71.

Figura 3.6. Evolución prevista de coste de generación renovable hasta 2030.

Fuente: IDAE.

Figura 3.7. Contribución de las diferentes tecnologías en puntas de demandas de la serie histórica 2005-2010.

Fuente: Elaboración propia a partir de CARBAJO JOSA, Alberto, *Retos y oportunidades de la red eléctrica en el futuro*. Jornadas técnicas: Por un futuro renovable. SEO - Birdlife, Madrid, mayo 2011.

Figura 3.8. Máxima demanda de potencia media horaria y de energía diaria en los últimos años en España.

Fuente: *Energía 2011*, Foro Nuclear, Madrid, 2011, pp. 73.

Figura 3.9 Curva de demanda de energía en España.

Fuente: Delegación Sur de Red Eléctrica de España (REE).

Figura 3.10 Medidas de gestión de la demanda de energía.

Fuente: Elaboración propia a partir de Red Eléctrica de España (REE).

Figura 3.11 (Arriba) Consumo de energía primaria por fuentes en Andalucía. (Abajo) Consumo de energía final por fuentes en Andalucía.

Fuente: AGENCIA ANDALUZA DE LA ENERGÍA, *Datos energéticos de Andalucía 2010*, Sevilla, 2010, pp. 12-13.

Figura 3.12 (Arriba) Potencia instalada en régimen ordinario en 2010 en Andalucía. (Abajo) Potencia instalada en régimen especial en 2010 en Andalucía.

Fuente: AGENCIA ANDALUZA DE LA ENERGÍA, *Datos energéticos de Andalucía 2010*, Sevilla, 2010, pp. 73.

Figura 3.13. Interconexiones del sistema eléctrico español.

Fuente: CARBAJO JOSA, Alberto, *Retos y oportunidades de la red eléctrica en el futuro*. Jornadas técnicas: Por un futuro renovable. SEO - Birdlife, Madrid, mayo 2011.

Figura 3.14. Los modelos de ordenación de las actividades sobre el territorio tienen un reflejo inmediato en el consumo y eficiencia de la energía, polución atmosférica, reciclaje etc.

Fuente: ROGERS, Richard y GUMUCHDJIAN, Philip, *Ciudades para un pequeño planeta*, Gustavo Gili, SA, Barcelona, 2000, pp.51.

Figura 3.15 Esquema de un sistema energético de futuro a partir del actual.

Fuente: RUÍZ HERNÁNDEZ, Valeriano, *Potencial energético de Andalucía*. Energías renovables: paisaje y territorio andaluz. Grupo de Estudios TEXTURA, Sevilla, 2010.

4.- HACIA UNA NUEVA CULTURA URBANÍSTICA Y DEL TERRITORIO.....

4.1.- Tras unas huellas remotas.

4.2.- La percepción de la naturaleza.

4.3.- La disyuntiva del urbanismo.

4.4.- La acción local.

4.5.- Cuestión de hábitat.

4.6.- Un planeamiento “verde”.

4.7.- El papel de las renovables.

.- Referencias de las figuras.

4.- HACIA UNA NUEVA CULTURA URBANÍSTICA Y DEL TERRITORIO.....

El campo de la arquitectura, como el resto de las actividades humanas, no ha sido ajeno a las reflexiones establecidas en torno a la protección medioambiental. A pesar de que los modelos de planificación que toman en consideración a los valores naturales han pasado recientemente al primer plano, coincidiendo cronológicamente con el interés suscitado por la cumbre de Río, tienen un bagaje mucho anterior. La imposición de una lógica eminentemente económica ha permitido la construcción de modelos de ciudad, ante la pasividad de los poderes públicos, bajo patrones inaceptables. El nuevo estatus otorgado a la relación con la naturaleza exige una respuesta por parte de una disciplina urbanística pendiente de renovación ante la pérdida de validez de sus referencias. En este contexto destacamos el papel que pueden desempeñar las energías renovables en una nueva cultura urbanística y del territorio.

4.1 TRAS UNAS HUELLAS REMOTAS :

Podemos indicar, sintetizando al máximo, que herederos de una tradición cultural y constructiva que ha ido perdurando durante generaciones: los principios sobre los que descansa la planificación ecológica y bioclimática, la sensibilidad paisajística, el empleo de la naturaleza como elemento proyectual, etc., han sido redescubiertos tras las crisis energéticas del siglo pasado. El diálogo de la arquitectura con el sol, vientos dominantes, clima, topografía y restos de condicionantes del lugar constituyen una referencia clave para entender la naturaleza de muchas construcciones y la lógica de implantación de las ciudades desde tiempos inmemoriales hasta la actualidad.

Las propias formas arquitectónicas se han convertido en portadoras de este conocimiento que podríamos situar en los albores de la humanidad. El lenguaje clásico, dada la influencia de la cultura cretense¹ en Grecia, surge de la interpretación de

¹ En el palacio de Knossos (II milenio a. de C.), cultura vinculada al antiguo Egipto, encontramos patios que recogen el agua de la lluvia, pórticos orientados para permitir el soleamiento invernal y la sombra estival, lucernarios y elementos de ventilación. En perfecta simbiosis con el medio fue destruido y reconstruido varias veces, a modo de metáfora constructiva sobre lo efímero y perdurable de la naturaleza.

la cabaña o “megarón” del mediterráneo oriental del mundo pre-helénico. El megarón pre-helénico va evolucionando para permitir la ventilación natural del interior y se orienta al mediodía para dotarlo del frescor necesario en esta zona del Mediterráneo. La bondad del hábitat conseguido, el juego de sombras y el ritmo de la arquitectura acerca al hombre a una idea de belleza empleada por las demás civilizaciones en el desarrollo de sus propios discursos arquitectónicos.

Estos principios fueron igualmente aplicados en la construcción de ciudades, tanto las que se ordenaban con una lógica orgánica propia de los trazados de la naturaleza como las que seguían un orden geométrico apoyado en dictados rectilínea. Entre las orgánicas podemos destacar las ciudades de la Baja Mesopotamia (Ur o Korsabad), Creta (Knossos) o la adaptación de Tirinto, ciudad del Bronce del Egeo a la escarpada ladera que la alberga. Entre las de orden geométrico destacamos la reconstrucción de Mileto, 479 a. de C., como la mayor aportación de la Grecia Clásica al urbanismo. La composición de su trazado regular, dictado por la topografía del lugar y orientando la trama norte-este-suroeste, convierte a su geometría en una forma abstracta de belleza.

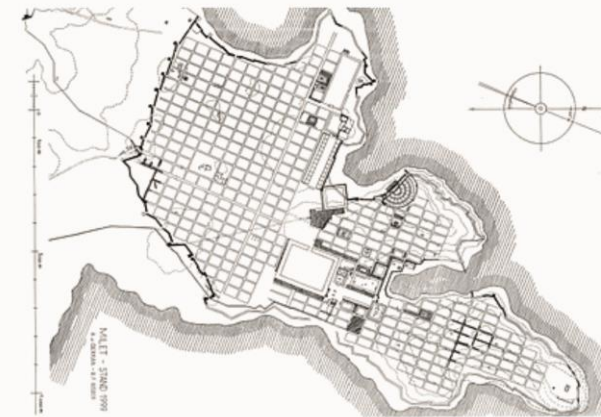
Su autor, Hipodamo de Mileto², desarrolla nuevos conceptos sobre la ciudad y es considerado como el patriarca de la teoría urbanística occidental. Podemos tomar conciencia de la importancia concedida al asunto citando algunas de las palabras que Jenofonte, aproximadamente en el año 400 a. de C., ponía en boca de Sócrates refiriéndose al arte de construir edificios (ver figura 4.3):

“ ¿No es cierto que el que tenga la intención de hacerse con una casa como es debido lo que debe procurar es que sea lo más agradable de habitar y lo más útil?”.

Siguiendo el método empleado por Sócrates consistente en formular preguntas para conseguir la aceptación de su interlocutor, una vez que esto se le concedía pasaba a describir la forma que debería tomar una vivienda para adaptarse a la iluminación solar y los vientos dominantes³.

² Hipodamo de Mileto también es el proyectista del puerto y edificios de El Pireo (Atenas) y realizó un Canon con sus teorías urbanísticas.

³ Como asevera Guillermo Yanez esto ha sido interpretado como la primera referencia histórica que tenemos de una concepción de casa pasiva, consultar “YÁNEZ, Guillermo, *Arquitectura solar: aspectos pasivos, bioclimatismo e iluminación natural*, Madrid, MOPU, Dirección General para la Vivienda y Arquitectura, 1988, pp.19 – 23”.



● **Figura 4.1.-** (Arriba).
Fotografía de Knossos (Creta).

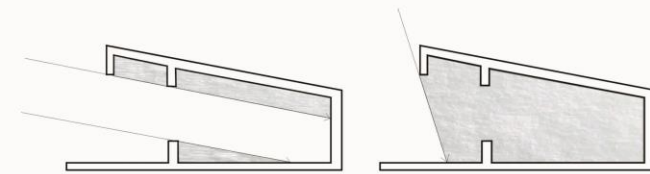
● **Figura 4.2.-** (Abajo).
Plano de Mileto (Grecia Clásica).



Hipócrates (muere 332 a. de C.) considera la vida del hombre, en su Tratado *“De los aires, las aguas y los lugares”*⁴, dependiente de las fuerzas de una naturaleza aliada y amiga de la que debemos respetar sus leyes. En esta época, las conquistas de Alejandro Magno le permiten adoptar el conocimiento de los países invadidos, cuya esencia absorbe la cultura grecoasiática. La visión territorial del imperio se materializa mediante la fundación de decenas de ciudades (Damasco, Alejandría, etc.) en las encrucijadas de las nuevas rutas comerciales establecidas en los territorios conquistados. Estas ciudades se conciben a imagen de los oasis, ya que solían implantarse en desiertos, por lo que precisan de un microclima creado mediante la plantación de jardines (regados gracias a la ejecución de importantes obras hidráulicas similares a las persas).

Posteriormente el propio Vitrubio, año 25 a. de C. en el libro VI de los “Diez libros de Arquitectura”, se preocupó de la relación entre arquitectura y clima dando recomendaciones sobre emplazamiento e iluminación natural.

⁴ Hipócrates es considerado como el padre de la medicina. Este Tratado se encuentra incluido en su obra magna “Corpus Hippocraticum” y constituye una de las primeras referencias históricas en las que se analizan las posibles causas medioambientales de las enfermedades en vez de atribuirles un origen divino.



A la izquierda observamos la incidencia del soleamiento en invierno y a la derecha en verano.



Figura 4.3.- (Arriba). Sección de la casa descrita por Sócrates.

● **Figura 4.4.-** (Abajo). Delfos (Grecia), las trazas se amoldan a la orografía.



Una vez desvelados los orígenes conocidos de estos principios en Occidente, podríamos seguir un recorrido histórico al respecto, que ha ocupado decenas de libros y que recogen desde los planteamientos de la antigüedad hasta el interés de los maestros del movimiento moderno y el regionalismo crítico.

Al no ser objeto de la presente investigación un análisis más exhaustivo al respecto, que incluya la aportación de las culturas y filosofías orientales⁵, debemos señalar como la naturaleza ha sido contemplada, en esta secuencia histórica, como fuente inagotable de recursos a disposición del hombre.

Desde este momento nos centraremos en el proceso de gestación de una nueva “mirada” occidental sobre una naturaleza que comienza a ser percibida como sensible y con recursos limitados, para su posterior aplicación práctica en el urbanismo.

⁵ En esta línea recomendamos el estudio de la extensa obra del geógrafo orientalista August Berque. Por su parte en el capítulo “7. Energías renovables. Paisaje” de la presente publicación contiene algunas reflexiones al respecto.

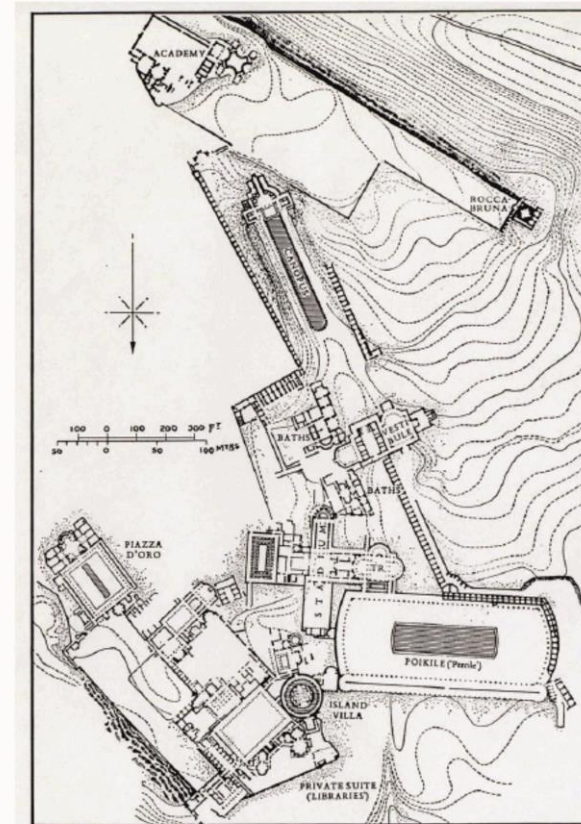
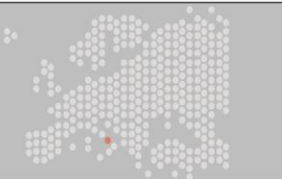


Figura 4.5.-
Plano de la Villa Adriana en Tivoli
(Italia).



4.2 LA PERCEPCIÓN DE LA NATURALEZA :

Las primeras aproximaciones ecológicas a la planificación tienen sello anglosajón, ya que en los Estados Unidos de la segunda mitad del siglo XIX Perkins Marsh⁶ advierte sobre los cambios de los sistemas naturales producidos por la continuidad de la acción humana. Por estas fechas las teorías naturalistas⁷ aceptaban que la población crece por encima de los recursos naturales y que la explosión demográfica generaría conflictos. Un claro ejemplo de todo esto es la preocupación que reinaba en el Londres de principios del siglo XX ante la continua expansión de la ciudad, si bien era de base eminentemente higienista conlleva la aceptación de la fragilidad del entorno natural. Tal era el grado de inquietud latente que se habían comenzado a crear Juntas de Conservación de la Inglaterra Rural para intentar dar soluciones a un crecimiento aparentemente ilimitado, ante el que se acumulaban reflexiones como la siguiente:

⁶ En su obra *Man and Nature: Or Physical Geography as Modified by Human Action*, 1864. Es una obra de referencia que fue nuevamente publicada en 1869 por C. Scribner & Co., Nueva York y ha sido citada desde entonces por ecólogos, biólogos, antropólogos, geógrafos, etc.

⁷ La publicación de las teorías de Charles Darwin sobre la evolución y la selección natural en “DARWIN, Charles, *The Origin of Species*, Londres, John Murrap, 1859”, causó conmoción y captó la atención científica y social sobre el naturalismo.

“Estas zonas rurales están (...) siendo colonizadas con la misma racionalidad de agrupación social, o la misma economía de promoción de viviendas o la misma estética que existió durante la revolución industrial del siglo pasado⁸”.

Lo que más sorprende de esta reflexión es que muchos de estos problemas son idénticos a los que tenemos hoy día en nuestro entorno. Por ello es fundamental que los planificadores del territorio y las ciudades tengan muy claro el modelo que se busca para no sucumbir ante aquellas iniciativas privadas⁹ exclusivamente interesadas en la obtención inmediata de plusvalías. Estos mismos observadores de la realidad social del Londres de principios del siglo XX son los que nos ponen sobre la pista de alguna de las reflexiones, aún vigentes hoy día, para afrontar el reto de proyectar en el territorio. Recogiendo la tradición de algunos pueblos y culturas orientales, gracias al papel de metrópoli que Inglaterra ejercía en buena parte de Asia, Abercrombie anhelaba una intervención que dialogara con el territorio señalando con admiración a los practicantes

⁸ HALL, Peter, *Ciudades del mañana: historia del urbanismo en el siglo XX*, Barcelona, Ediciones del Serbal, 1996, pp. 90.

⁹ En este sentido se pueden consultar las reflexiones de Jordi Borja en “BORJA I SEBASTIÀ, Jordi, *Ciudadanía y espacio público*. Cultura urbana y cultura medioambiental. Foro la ciudad humanizada, Sevilla, febrero 2002”.

chinos de Feng Sui, que se dedican a estudiar y descubrir las formas que las fuerzas espirituales de la naturaleza han producido para asegurar que las que tomen los edificios, carreteras, puentes y ferrocarriles se adapten a ellas¹⁰. Ya en 1915 Patrick Geddes¹¹ apunta a la necesidad de implicar a la sociedad en la planificación de un territorio con el que se identifica. En 1933 Roderick McKencie realiza su informe crítico *The Rise of Metropolitan Communities* para una comisión presidencial norteamericana que analizaba el estado de la nación¹². Idéntica preocupación encontramos en Glasgow – Escocia, después de la Segunda Guerra Mundial, donde el crecimiento de la ciudad se anexionó los Black Woods, unas colinas de poca extensión pero de gran riqueza natural, ante la urgente necesidad de viviendas del momento. Este hecho es narrado de forma desgarradora por Ian McHarg, uno de los primeros “planificadores ecológicos” en palabras de Lewis Mumford, en su obra más influyente “Design with Nature”¹³.

¹⁰ HALL, Peter, Opus citada, 1996, pp. 90.

¹¹ GEDDES, Patrick, *Cities in evolution: an introduction to the Town Planning Movement and to the Study of Civics*, Londres, Williams&Norgate, 1915.

¹² RIVAS, J.L. SAN MARTÍN, I., STEINER, F., Introducción a la edición española de L. McHarg, Ian, *Proyectar con la naturaleza*, Barcelona, Gustavo Gilli, SA, 2000, pp.VII.

¹³ L. MCHARG, Ian, *Proyectar con la naturaleza*, Barcelona, Gustavo Gilli, SA, 2000, pp.1-5.

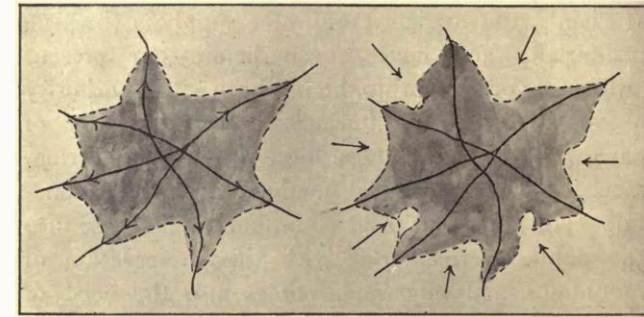


Figura 4.6.- (Arriba). Esquema de las relaciones entre la ciudad y su entorno.

● **Figura 4.7.-** (Abajo). Imagen de Glasgow a comienzos del siglo XX.



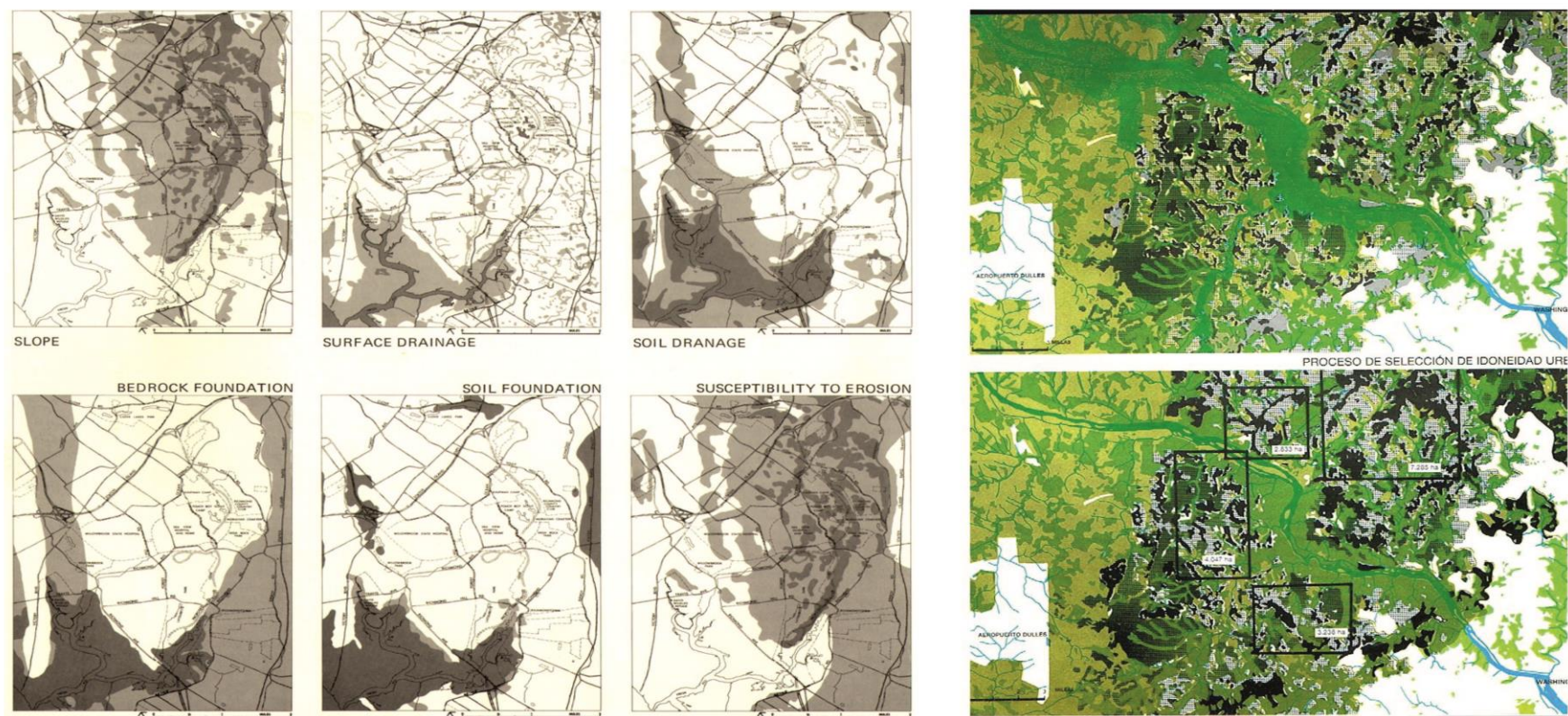


Figura 4.8.-
Fragmentos de la obra “Design with Nature”.

Estas inquietudes empiezan a tomar forma de movimiento a partir de la segunda mitad del siglo XX con obras como *Silent Spring* (1962) de Rachel Carson, en la que se lanza una de las primeras acusaciones contra el modelo económico de la civilización. Su obra permitió al movimiento reclamar un cambio tecnológico radical unido a exigencia de peso específico propio para la gestión del medio ambiente¹⁴. En esta época los logros espaciales conseguidos por la Unión Soviética y los Estados Unidos, en la conocida como “carrera espacial”, habían conseguido estremecer a la humanidad transmitiendo por primera vez el sentimiento común de pertenencia a un frágil planeta llamado Tierra. La reciente dimensión “espacial” unida a las inquietudes acumuladas en las últimas décadas permitió que diversos movimientos, como los “hippies”, se empezaran a comprometer con la ecología. Desde el mundo del arte destacan las propuestas de algunos artistas del denominado “land art”, surgido como contestatario del arte “pop”, que establecían una dialéctica entre su obra y el entorno donde la situaban. Los artistas del “land art” intentaban descifrar el lenguaje de la naturaleza, para integrarse en la misma a través de sus obras y establecer un diálogo permanente¹⁵.

¹⁴ J.L. Rivas, I. San Martín, F. Steiner, *Opus citada*, 2000, pp.VIII.

¹⁵ RAQUEJO, Tonia, *Land Art*, San Sebastian, Editorial Nerea, S.A., 1998.



● **Figura 4.9.-** (Arriba).
Baile en el Golden Gate Park, San Francisco, 1967.
● **Figura 4.10.-** (Abajo).
Anillos Anuales (Anuals Rings), D. Oppenheim, 1968.





Figura 4.11.-
Primera fotografía de la Tierra desde la Luna, 1966.

Es en este contexto socioeconómico y cultural, los EEUU de la década de los sesenta del siglo pasado, en el que se sitúa el nacimiento de la “planificación ecológica” producto de la aportación al “regional planning” de la nueva dimensión otorgada a las relaciones con la naturaleza. Surgen propuestas¹⁶, que propugnan la fusión de la arquitectura con la ecología, aplicadas en la construcción de un modelo de ciudad compacto en el que desaparecen los automóviles, se fomenta el ahorro energético y de ocupación de suelo y el empleo de energías limpias.

En España, la preocupación por la ecología ha sido tardía en general, particularmente desde la óptica del urbanismo. Para hacernos cargo de esta situación, baste considerar que hay que esperar hasta 1980 para que “la cuestión de la ciudad, y en particular su tratamiento urbanístico”¹⁷ adquiriera en España una

relevancia social, política y técnica destacable. La escala territorial, fundamental desde la óptica de la planificación ecológica, fue la gran asignatura pendiente del urbanismo de los ochenta¹⁸.

Sólo podemos destacar la aportación del Ecoplan¹⁹ de La Gomera, en su defensa de actuaciones con calidad paisajística en torno a pequeños núcleos de corte rural, ante el exceso de presión humana sobre unos recursos naturales limitados por la propia insularidad.

¹⁶ Algunas con evidente inspiración en los fansterios, que se propagaron durante el siglo XIX, aunque con la especificidad propia de pretender albergar a personas en busca de autorregulación y retorno a la naturaleza. En esta línea podemos mencionar la obra del arquitecto italiano Paolo Soleri, que acuña el término Arcology para definir una arquitectura coherente con la ecología, en la ciudad de Arcosanti junto a Phoenix (Arizona-EEUU) comenzada en 1970, <http://www.arcology.com>.

¹⁷ ALFONSO TEIXIDOR, L.F., *Sobre las recientes formas de crecimiento urbano y la urbanística: una nota sobre el caso español*, pp. 58, Cartas Urbanas nº 8, 2003.

¹⁸ Tal y como mantiene Victoriano Sainz en “SAINZ GUTIÉRREZ, Victoriano, *El proyecto urbano en España: Génesis y desarrollo de un urbanismo de los arquitectos*, Sevilla, Editorial Universidad de Sevilla y Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía, 2006”.

¹⁹ Consultar “*Ecoplan para la Isla de Gomera*. Monografías de la Dirección General del Medio Ambiente, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (MOPU), Madrid, A. Gómez et al., 1988”.

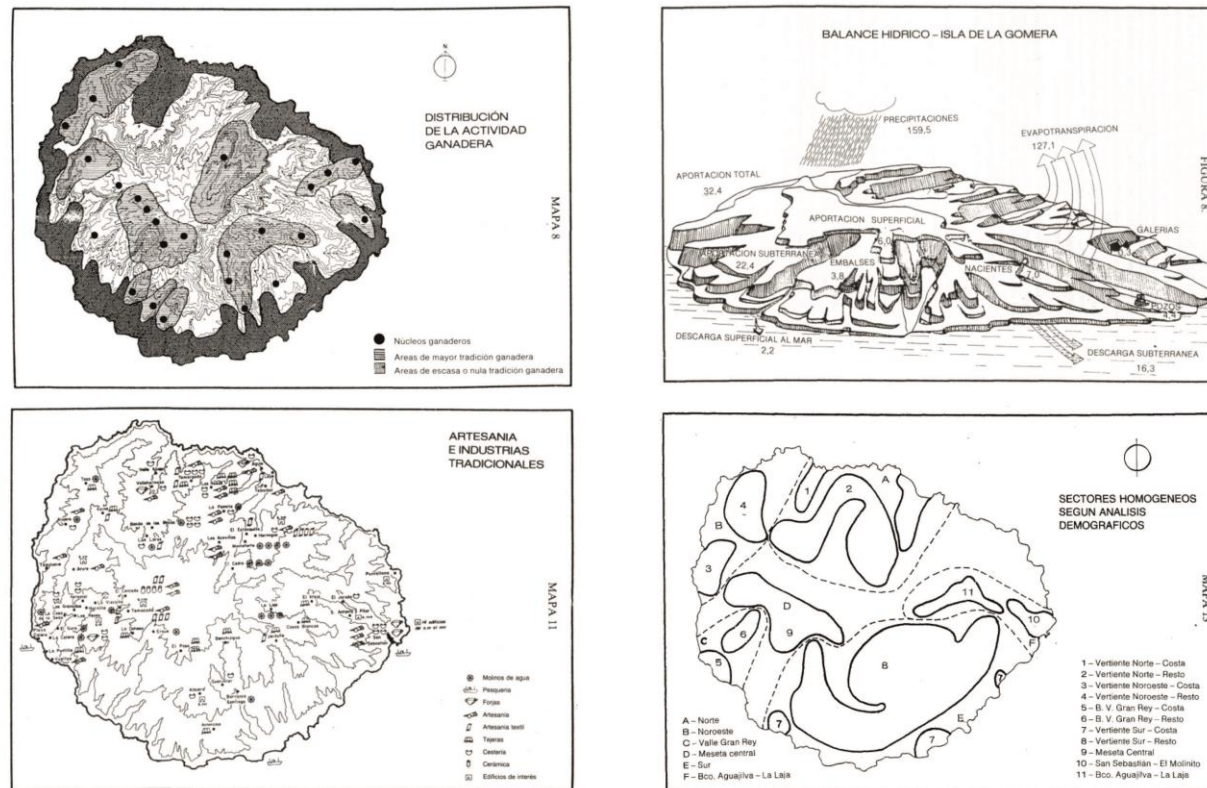


Figura 4.12.-
Mapas y Figuras del Ecoplan de La Gomera..



4.3 LA DISYUNTIVA DEL URBANISMO :

En los años 90 se comienza a generalizar la percepción de que las referencias empleadas hasta ahora por la disciplina urbanística, pierden su validez ante realidades urbanas nuevas y más complejas. Los propios arquitectos destacan la dificultad que conlleva el análisis de unos fenómenos, sin cuyo entendimiento no es posible proyectar respuestas a los mismos en su conjunto. Se asumen reflexiones, que nos retrotraen a los planteamientos filosóficos de los sofistas²⁰, como la de Georges Perec:

“No tratar de encontrar demasiado deprisa una definición de la ciudad; es un asunto demasiado vasto, y hay muchas posibilidades de equivocarse”²¹

²⁰ No obstante para hacer válida esta reflexión, a nuestro corto entender en exceso relativista, se debería seguir profundizando con las inquietudes de los sofistas griegos. Estos, ante la incapacidad para responder a determinadas cuestiones optaron por interesarse por el ser humano y su papel en la sociedad. El maestro sofista Protágoras (487-420 a. de C.), legó su célebre “el hombre es la medida de todas las cosas”, que manifiesta una visión antropocentrista frente a la naturaleza. En “GAARDER, Jostein, *El mundo de Sofía*, Ediciones Siruela, Madrid, 1994, pp74-76”.

²¹ “PEREC, G, *Especies de Espacios*, Montesinos, Barcelona, 1999, p. 97”.

Esta encrucijada en la que se encuentra el urbanismo, es extensible al resto de disciplinas y actividades humanas más sensibles al escenario socioeconómico del momento. El sociólogo Manuel Castells destaca, en sus numerosas publicaciones²² sobre la economía de la información y sus consecuencias sociales, la importancia del proceso de localización y globalización simultánea así como el concepto de “sociedad en red” como nueva forma de organización social. En su opinión las regiones metropolitanas adquirirán mayor importancia dentro de un fenómeno de concentración y dispersión auspiciado por las propias telecomunicaciones. Mucho se ha teorizado acerca de los efectos de la “nueva economía” sobre la sociedad y su reflejo en el territorio, aunque aún no disponemos de previsiones reales sobre su deriva. No obstante los fenómenos anteriormente citados, han dado origen en España a un modelo de ocupación territorial basado en un desarrollo extensivo del suelo urbanizado que no se ha visto acompañado de un crecimiento demográfico sustancial. Es notable el carácter destructivo que puede adquirir la ejecución de determinado planeamiento urbanístico y territorial en ciertos ámbitos geográficos.

²² Muchas de las cuales se han convertido en referentes sobre la materia como *La cuestión Urbana* (1976), *La ciudad informacional* (1991) o *La sociedad en red. La era de la Información I* (1996).

La práctica continuada²³ de lo que se podría denominar como un “urbanismo a la carta”, al servicio de agentes con una base eminentemente especulativa, ha permitido la “construcción de ciudad” bajo un patrón inasumible desde una óptica social, territorial y del medioambiente. Estos procesos están marcando la configuración de los paisajes de las periferias urbanas y los tramos de litoral aún vacantes, aunque con el agotamiento de estos suelos comienzan a extenderse hacia áreas de interior con importantes valores ambientales.

En los años previos al estallido de la crisis, sólo en algunas regiones españolas, se han construido más viviendas que en Alemania o Gran Bretaña. En este periodo se ha normalizado la práctica de determinados municipios que aprovechan las revisiones de sus Planes Generales para duplicar o triplicar su número de viviendas en los dos próximos cuatrienios²⁴. El nivel de endeudamiento provocado por esta espiral especulativa se ha convertido en el mayor problema de la economía española.

²³ Las consecuencias de este “urbanismo a la carta” son especialmente visibles en aquellas áreas territoriales en las que la actividad urbanizadora genera mayores plusvalías.

²⁴ En Andalucía se han formulado recientemente medidas legislativas que pretenden contener determinados parámetros de crecimiento urbanístico tales como el número de viviendas o la superficie de suelo urbanizable. Cabe destacar la polémica con que han sido acogidas.



Figura 4.13.-
Reflexión sobre la “cocina” de los
procesos de crecimiento de las
ciudades.
Autor: Diego Brieva.

La importancia adquirida por el fenómeno ha hecho saltar las alarmas de algunas instituciones europeas²⁵, lo que respalda el posicionamiento de aquellos que cuestionan la validez del modelo urbanístico español y los mecanismos de control establecidos en su reparto competencial. Pero ¿cómo se ha llegado a esta situación?, aunque difícilmente podemos obtener una sola respuesta trataremos de establecer el origen de algunas de las causas que nos llevan al estado actual. Una sociedad democrática debe consistir en una toma de decisiones públicas y debatidas con objeto de que no resulten abusivas y lesivas para el interés general²⁶. Es manifiesto como la exagerada obtención de plusvalías generada por la masiva recalificación de suelo, coincide con la falta de viviendas accesibles para personas con rentas de tipo medio-bajo así como con un daño irreparable al frágil equilibrio medioambiental (excesivo consumo de agua, destrucción de

ecosistemas, etc.). Urge por tanto la toma de medidas legislativas que tornen esta situación, auspiciada por un exceso de liberalismo en los últimos años, y que permita la correcta distribución de las rentas generadas por la actividad urbanizadora.

En esta línea podemos señalar como la Ley del Suelo de 1998²⁷ consagró una mirada eminentemente mercantilista sobre las bolsas de suelo vacante. Esta hegemonía de la lógica económica explica que sean las propias entidades financieras, posicionándose estratégicamente, las que adquieran las mayores extensiones de suelo bajo la consiguiente expectativa de obtención de lucro. Los efectos de este nuevo “valor” asignado al suelo no se han hecho esperar mediante la transformación de numerosos parajes, otrora productivos de vegas de ríos, campiñas, etc., en suelos aptos para urbanizar. Y es que el nuevo “valor especulativo” asignado al suelo supera con creces al tradicional “valor productivo”²⁸ del

²⁵ Que comienzan a realizar un análisis crítico del modelo de desarrollo urbanístico de diversas zonas del Levante español. En la Costa del Sol no podemos obviar las acciones judiciales puestas en marcha para atajar las continuas irregularidades urbanísticas localizadas en varios municipios durante la última década. El extraordinario eco mediático que están teniendo estos casos, los convierten en la punta del iceberg de un problema más grave y distribuido por todo un Estado que queda en evidencia ante la falta de respuestas precisas desde “lo público”.

²⁶ MOYA, Luís, CANDELA, Celestino, EZQUIAGA, José M^a, LÓPEZ, Ramón, SUÁREZ, Luís, TRAPERO, Juan Jesús, *La Práctica del Planeamiento Urbanístico*, Madrid, Editorial Síntesis, 1996, pp. 22.

²⁷ Ley 6/1998, de 13 de Abril, sobre régimen de suelo y valoraciones. Publicación en BOE núm. 89, de fecha 14 de Abril de 1998.

²⁸ Este valor es el que se obtiene en las propias valoraciones de suelo rústico en función de su rendimiento ganadero, agrícola, mineral, forestal etc. Debemos considerar que buena parte de las actividades agropecuarias de los países desarrollados, debido a la economía global, corren el peligro de dejar de ser rentables ante las producciones a bajo coste procedente de países más pobres.

mismo. Sería conveniente que, a la hora de legislar, se consideraran la presencia en el suelo de valores paisajísticos, culturales, etnográficos, medioambientales, etc., vitales en el equilibrio que ha ido configurando nuestros paisajes hasta la fecha.

Es precisamente el proceso que permite la reclasificación de un suelo donde reside la clave que permite explicar la actual situación urbanística. En teoría, tal y como afirma Jordi Borja, *“el suelo urbano o urbanizable nace de un proceso social de desarrollo formalizado luego por una decisión político-jurídica y las consiguientes inversiones públicas”*²⁹. Desgraciadamente la toma de esa “decisión” se encuentra en pleno campo de la batalla que ganan a diario los agentes más poderosos, ante la claudicación o complicidad de “lo público”³⁰, en detrimento del medioambiente y de los grupos sociales menos influyentes. Ante este panorama resulta imprescindible la puesta en marcha de políticas (legislando y fijando precios, impuestos, cesiones para viviendas protegidas etc.) que reduzcan las plusvalías privadas generadas mediante la gestión del suelo.

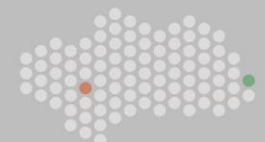
²⁹ “BORJA I SEBASTIÁ, Jordi, *Casa y Libertad*. Diario El País, Madrid, miércoles 1-11-2006, pp. 15”.

³⁰ Consultar las reflexiones de Damián Quero sobre la situación específica andaluza en “QUERO, Damián, *Andalucía. Después del tropicalismo*, Urban nº 5, Madrid, 2001, pp. 102-121”.



● **Figura 4.14.-** (Arriba).
La proliferación de adosados es un característico paisaje urbano.

● **Figura 4.15.-** (Abajo).
Playa del Algarrobico, Carboneras (Almería).



Finalmente debemos concluir que la superación de los problemas detectados no puede venir en exclusiva de la propia disciplina urbanística. Por una parte es la sociedad en su conjunto la que debe superar la dinámica en la que está sumida, imponiendo a la “lógica económica” la preponderancia de unos poderes públicos que incorporen a su acción diaria la defensa efectiva de los valores sociales, medioambientales, culturales, etc.

En cuanto a la práctica del urbanismo se hace precisa una revisión en sus métodos de análisis ante nuevas realidades emergentes, la innovación de las técnicas e instrumentos hasta ahora empleados así como la incorporación de nuevos conceptos a sus principios proyectuales. Como afirma José María Ezquiaga:

“El reiterado fracaso de los planes generales como anticipación a largo plazo de la forma o modelo territorial pone de manifiesto la asimetría entre la simplicidad de las técnicas urbanísticas y la complejidad del fenómeno social – la construcción de la ciudad – sobre el que dichas técnicas se aplican”³¹.

A la obsolescencia instrumental del plan podemos añadir la paulatina consagración de un sistema de participación ciudadana más retórico que efectivo y en el que prevalece la falta de transparencia. Todo esto ha ido configurando una visión crítica (compartida por urbanistas, geógrafos, sociólogos, ecologistas etc.) sobre el estado de la disciplina urbanística, que le exige que demuestre su validez actual más allá del eficiente reparto de las rentas del suelo.

³¹ EZQUIAGA, José María, *El porvenir de una ilusión. Elementos para una nueva cultura urbanística*, Consejo Superior de los Colegios

de Arquitectos de España, *arquitectos* nº 178, Madrid, CSCAE, 2006, pp. 85.

4.4 LA ACCIÓN LOCAL :

Debido al peso demográfico de las urbes, en constante expansión, buena parte de la responsabilidad en la situación heredada así como en el diseño de las futuras soluciones corresponde al ámbito de lo local. Podemos constatar como la degradación del “gobierno de la ciudad”, que se viene observando en los últimos años, ha empobrecido notablemente el ecosistema urbano. La consagración de la ciudad como “centro de consumo” ha propiciado que sus gobernantes, haciendo gala de una alarmante falta visión³², hayan olvidado *“(…) que su existencia se justifica para satisfacer, ante todo, las necesidades humanas y sociales de las comunidades”³³*. El concepto de “sociedad en red” como nueva forma de organización social genera necesidades, más allá de las exclusivamente mercantiles, a las que la ciudad debe responder. La función pública no puede renunciar a la búsqueda de ese modelo “agradable de habitar”, que ha constituido un reto y una reflexión arquitectónica permanente de la sociedad hasta nuestros días. Un hábitat que además de

satisfacer las necesidades económicas y físicas considere las legítimas aspiraciones sociales, ecológicas y culturales de los grupos humanos. No obstante el notable avance experimentado por la tecnología en el siglo pasado, generalmente de espaldas al hábitat natural, ha posibilitado que en los países del primer mundo la consecución del hábitat artificial se haya alcanzado con un coste medioambiental y social excesivo. Coincidiendo con la primera crisis del petróleo es cuando surge una conciencia crítica con este modelo, que saca a luz como nuestras ciudades se han convertido en enormes sumideros energéticos de unas redes de consumo de recursos a escala planetaria cuyos terminales son las propias unidades habitacionales. Ante la escala de esta problemática se comienza a reaccionar, desde la escala local³⁴, con similar proceder que ante la propagación de epidemias en épocas pasadas. Si en tales encrucijadas se aplicaron medidas y ordenanzas de corte higienista para mejorar la salubridad de las ciudades, ahora el debate se establece en torno al deterioro del medio ambiente.

³² En la que sin duda ha contribuido el asalto al poder de los grupos económicos más influyentes,

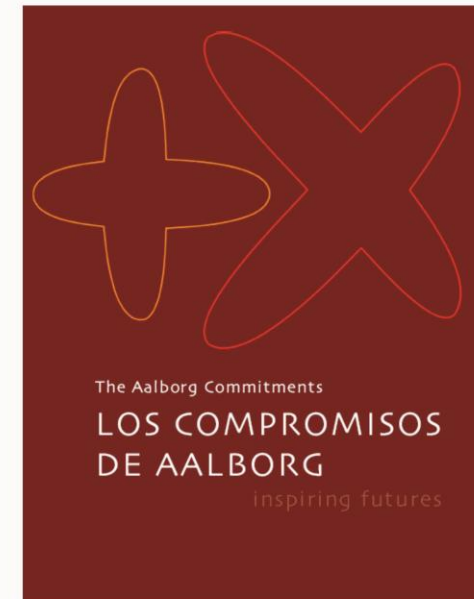
³³ “ROGERS, Richard y GUMUCHDJIAN, Philip, *Ciudades para un pequeño planeta*, Barcelona, Gustavo Gili, SA, 2000, pp. 18”.

³⁴ Son especialmente alentadoras las recientes noticias que llegan de Estados Unidos, país más contaminador del planeta, y que hacen referencia a la agrupación de numerosas ciudades distribuidas por numerosos estados que comienzan a presionar al Gobierno Federal para que ratifique el Protocolo de Kyoto.

En este punto destaca el papel que pueden desempeñar las administraciones locales y regionales asumiendo el reto de poner en práctica, mediante ordenanzas bioclimáticas, los acuerdos adoptados por los estados en las cumbres internacionales. Los primeros frutos de este impulso se pueden contrastar en algunas ciudades y poblaciones europeas, que han elaborado su propia Agenda 21 desde que en 1994 se reunieran en Aalborg (Dinamarca) en el primer congreso de ciudades sostenibles³⁵. Los compromisos de Aalborg están agrupados en los siguientes temas:

- Formas de gobierno.
- Gestión municipal hacia la sostenibilidad.
- Bienes naturales comunes.
- Consumo y formas de vida responsables.
- Planificación y diseño urbanístico.
- Mejor movilidad y reducción del tráfico.
- Acción local para la salud.
- Economía social viva y sostenible.
- Igualdad y justicia social.
- De lo local a lo global.

³⁵ “GAUZIN-MÜLLER, Dominique, *Arquitectura Ecológica*, Barcelona, Gustavo Gilli, SA, 2002, pp. 32-89”.



 aalborgplus10.dk

Figura 4.16.-
Los compromisos de Aalborg.

España es el estado europeo con mayor seguimiento a los acuerdos de Aalborg, superando en la actualidad las 300 corporaciones públicas adheridas³⁶. A partir de esta incipiente red de ciudades se ha producido un continuo intercambio de experiencias que están propiciando la promoción de diversas actuaciones ejemplares.

Las actuaciones prioritarias de la Agenda 21 se plantean en siete grandes apartados³⁷:

- El mundo próspero (revitalización del desarrollo con criterios sostenibles).
- El mundo justo (una vida sostenible).
- El mundo habitable (núcleos de población).
- El mundo fértil (uso eficiente de los recursos).
- El mundo compartido (recursos globales y regionales).
- El mundo limpio (gestión de productos químicos y residuos).
- El mundo de las personas (participación y responsabilidad de las personas).

Andalucía ha ido siguiendo estas medidas, con cierto retraso respecto a otros territorios, destacando la constitución en 1999 del Consejo para el Desarrollo Sostenible de Andalucía en el Siglo XXI. Desde este Consejo se ha impulsado la Agenda 21 Regional y el Programa de Sostenibilidad Ambiental CIUDAD 21, que tiene el objetivo de fomentar modelos de desarrollo sostenible para las ciudades andaluzas y el bienestar de los ciudadanos³⁸.

La “Estrategia Andaluza de Desarrollo Sostenible: Agenda 21 Andaluza”³⁹ ha sido consensuada con grupos ecologistas, organizaciones sindicales, asociaciones de consumidores y vecinales, patronales de empresarios, representantes de la administración municipal y provincial, docentes e investigadores, asociaciones juveniles, etc. La Agenda, inspirada en los acuerdos de Río de Janeiro, ha buscado un compromiso social en el que se impliquen los agentes vinculados a la realidad territorial.

³⁸ INFORME DE SOSTENIBILIDAD EN ANDALUCÍA 2004, colección Escuela Organización Industrial de Medio Ambiente, EOI MEDIO AMBIENTE, 2004.

³⁹ Aprobada en junio de 2003 de por el Foro de Desarrollo Sostenible y refrendada por el Pleno del Consejo Andaluz de Medio Ambiente. Consultar “*Estrategia Andaluza de Desarrollo Sostenible: Agenda 21 Andaluza*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 2003”.

³⁶ <http://www.aalborgplus10.dk/>

³⁷ <http://www.andaluciaecologica.com/agenda-21/>

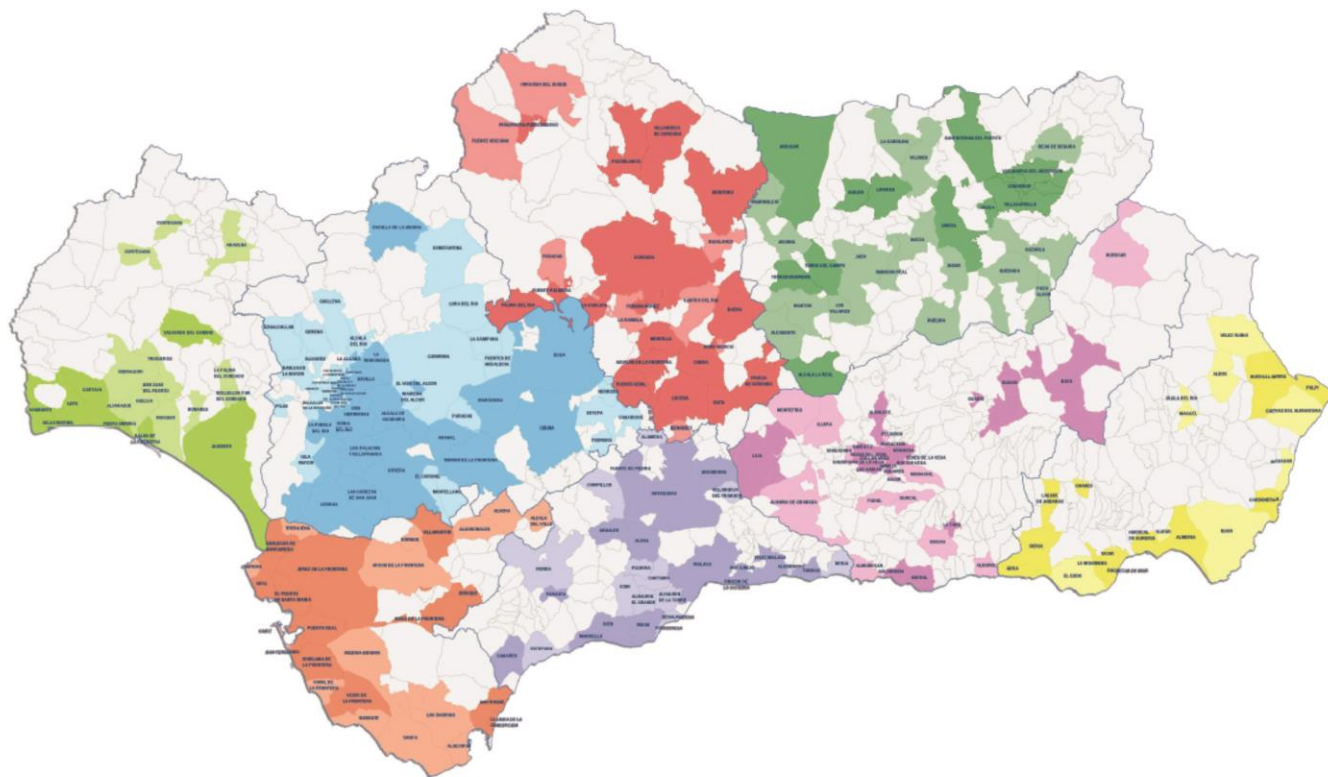


Figura 4.17.-
Municipios andaluces adheridos al programa Ciudad 21.



Estas acciones se han visto completadas tras la aprobación de actuaciones vinculadas con la energía como el Plan Energético de Andalucía 2003-2006 (PLEAN 2003-2006) y posteriormente el Plan Andalúz de Sostenibilidad Energética 2007-2013. Destaca la aparición en la vida administrativa local y provincial de las Agencias de la Energía⁴⁰. En la actualidad estas agencias tienen problemas de funcionamiento debido a la escasa financiación con la cuentan, pero con una gestión eficaz no tardarán en convertirse en uno de los pilares de la vida política local. Todas ellas han nacido al abrigo del programa europeo de eficacia energética SAVE. Esta estructura administrativa, incipiente aún en Andalucía, tiene mayor bagaje en otros puntos del continente europeo como Holanda, Países Escandinavos y Alemania. Precisamente de estos lugares nos están llegando los resultados de las primeras intervenciones experimentales que han ido configurando los actuales patrones de la “ecología urbana”. Buena parte de las propuestas plantean un nuevo marco de relación entre lo urbano y sus bordes para quebrar una tendencia que consolida la degradación del hábitat natural en beneficio del artificial.

⁴⁰ En Andalucía funcionan, como pioneras, las de los municipios de Sevilla y Écija y las provinciales de Sevilla, Huelva, Jaén y Granada. Todas han nacido gracias al programa europeo de eficacia energética SAVE.

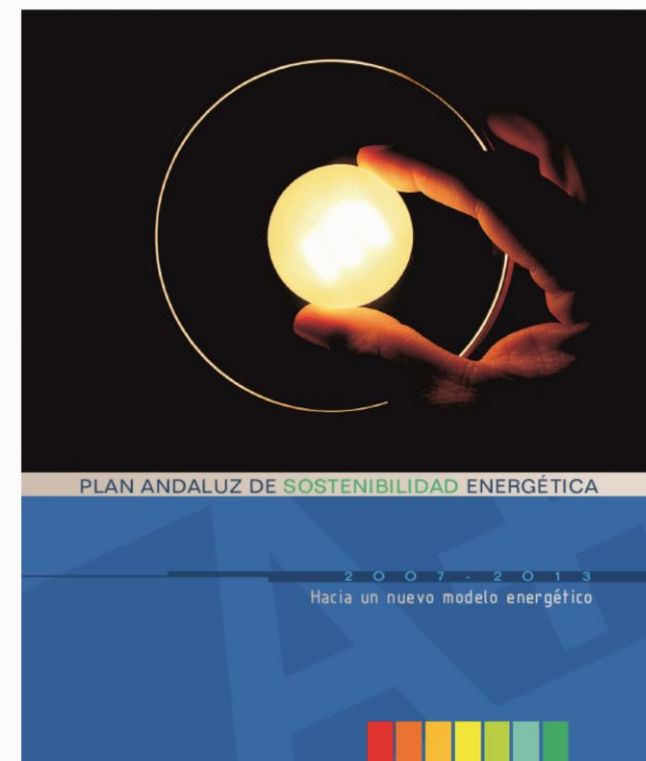


Figura 4.18.-
Plan Andalúz de Sostenibilidad
Energética (2007-2013).



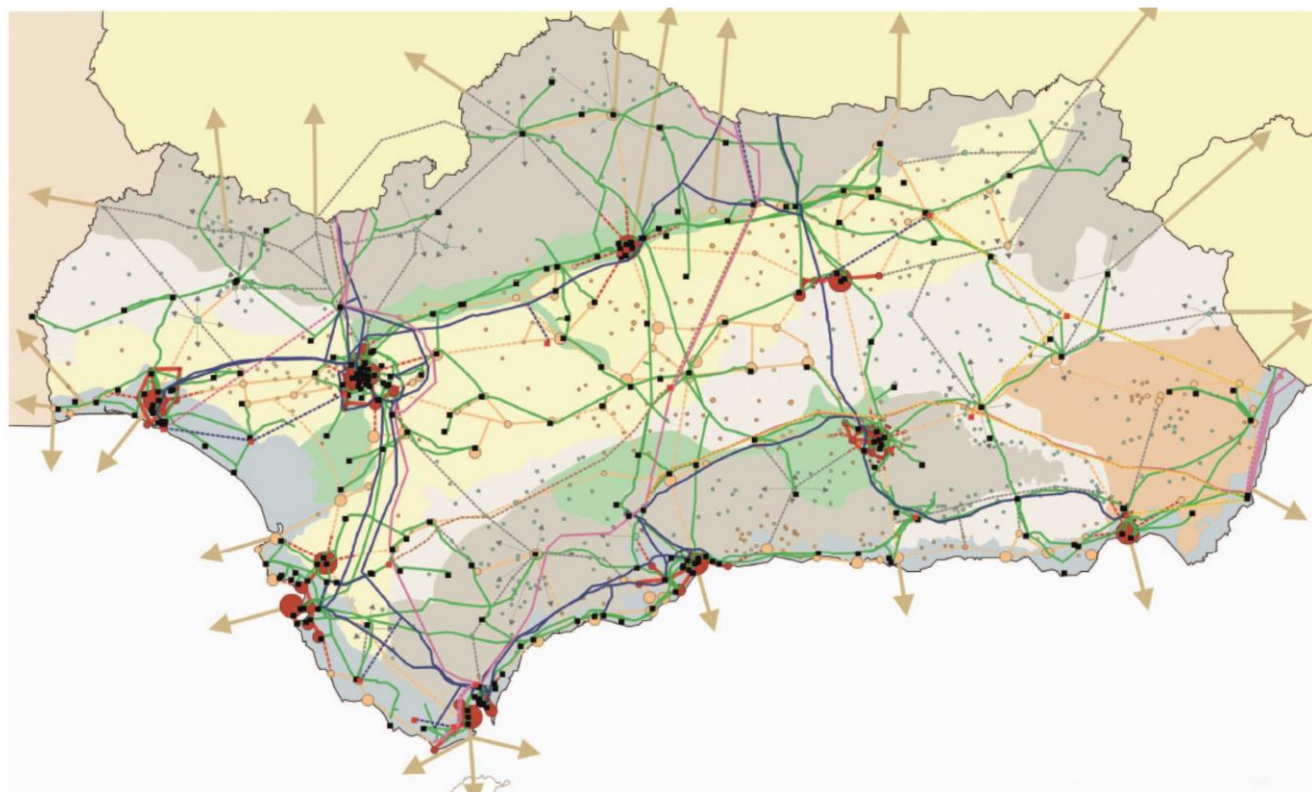


Figura 4.19.-
Modelo territorial e infraestructuras eléctricas, PLEAN 2006-2013.



4.5 CUESTIÓN DE HÁBITAT :

La relación entre el hábitat natural y los hábitats artificiales es muy mejorable, y el papel que juega el diseño de edificios y ciudades es primordial ya que consumen más de un tercio de la factura energética del estado. Este consumo está destinado en su mayor parte a proporcionar confort y a la movilidad, siendo ahora cuando se han descubierto diversas vías de intervención en las ciudades y edificios para conseguirlo. La consideración de los mismos como meros consumidores de energía, de espalda al clima al diseñar ciudad, edificio e instalaciones por separado, comienza a cambiarse en favor de un diseño que posibilite un uso racional de la energía y en el que las renovables no sean meras figurantes. Por esto se comienza a hablar de la necesidad de la eficiencia energética que consiste, escuetamente, en lograr que para un mismo uso con una misma fuente de energía, el consumo sea el menor posible.

En lo que respecta a la movilidad, la reducción del tráfico rodado privado en beneficio de alternativas más aconsejables medioambientalmente, tales como sistemas de transporte colectivo eléctrico o el fomento del uso de la bicicleta, se ha convertido en una de las principales asignaturas pendientes de unos empobrecidos hábitats urbanos.

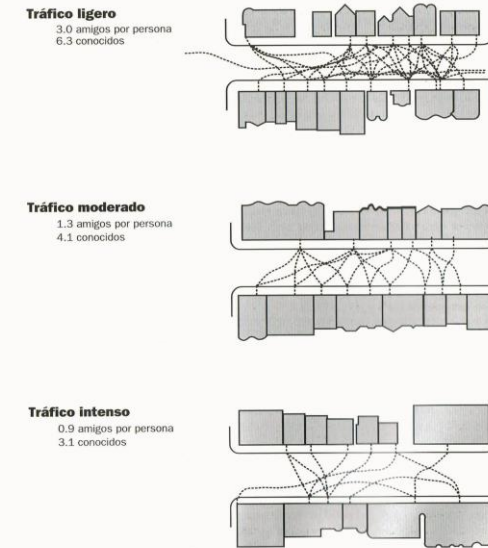


Figura 4.20.-

La intensidad del tráfico rodado, y la falta de alternativas de movilidad, se ha convertido en uno de los principales factores de aislamiento entre los habitantes de nuestras ciudades.

La eficiencia energética afecta al diseño del edificio en su conjunto, desde su propia implantación en el medio, y considera como un sistema energético único a las instalaciones y la propia edificación. Con esta finalidad debemos aplicar la tecnología y conocimientos que actualmente están a disposición de los profesionales y distinguir el consumo energético de un edificio durante sus dos fases vitales:

- Construcción: evitando el empleo de materiales extraños al lugar y menos reciclables, etc..
- Uso: reduciendo las pérdidas energéticas del edificio, primar las instalaciones activas renovables (agua caliente sanitaria sobre todo), e inteligencia asociada.

En la escala urbana podemos destacar la aportación de criterios de diseño de la publicación *Eficiencia energética en el urbanismo*⁴¹ del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDEA). Recoge desde estrategias relativas a la selección de emplazamientos a determinaciones sobre la forma

⁴¹ Incluido en la publicación “*Eficiencia energética y energía renovables*, IDAE Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, Madrid, 2000”. Asimismo la obra de Ester Higuera *Urbanismo Bioclimático*, recoge aspectos metodológicos y de planificación con principios de urbanismo bioclimático. “HIGUERAS, Ester, *Urbanismo Bioclimático*, Barcelona, Gustavo Gilli, SA, 2006”.

y tamaño de la parcela, soleamiento, viento, climatológicas, etc. La consecuencia de la aplicación de estas medidas, en la concepción de las nuevas soluciones urbanas, será la mejora del hábitat natural mediante la mejora de los hábitats artificiales.

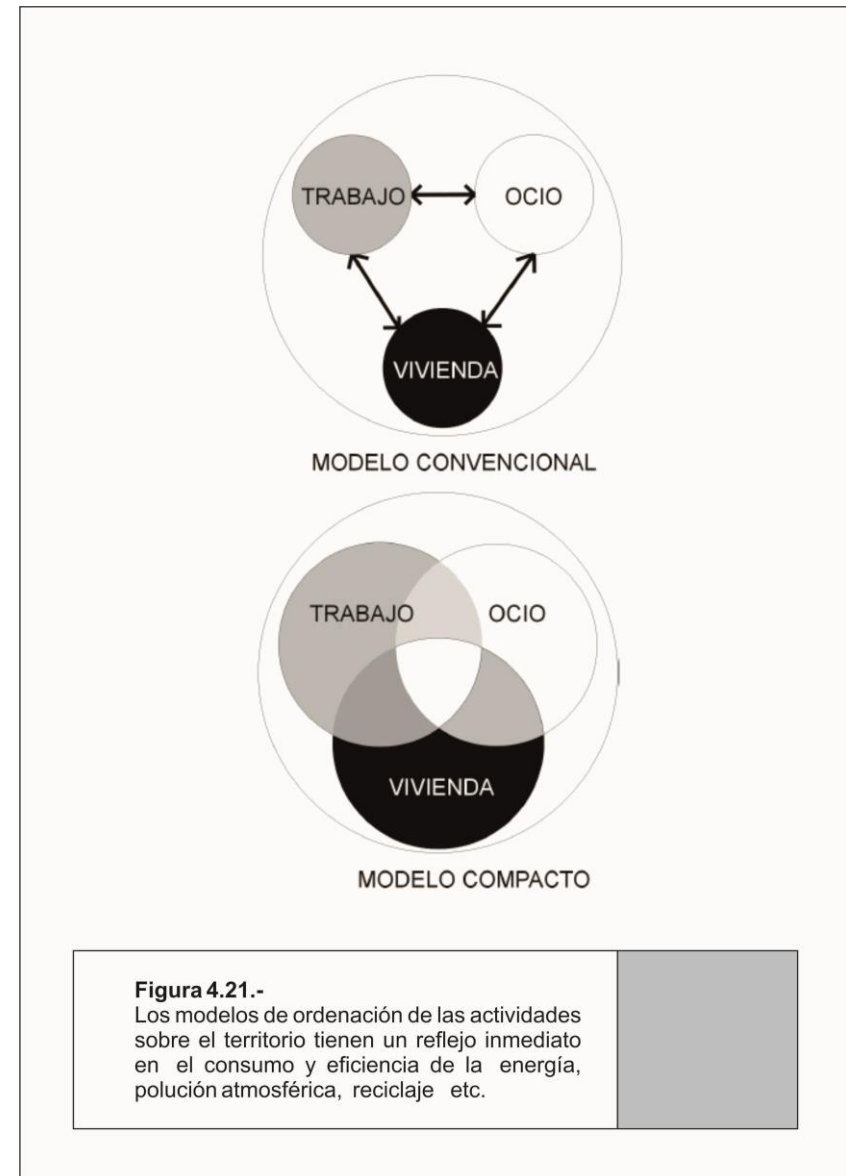
Para que estos incipientes modelos urbanos puedan alcanzar los objetivos para los que fueron concebidos se deben contemplar, entre otros, los siguientes aspectos:

- Contar con un impulso de las administraciones públicas que, estando decididamente a favor del respeto al medio ambiente, facilite la creación de las bases precisas para disponer de una estructura social activa.
- Realizar un diagnóstico de la situación de partida que permita evaluar objetivamente: el nivel de formación de la sociedad, su grado de sensibilización ecológica, el estado del medio ambiente y la repercusión real de los parámetros económicos en la ciudadanía así como su incidencia medioambiental.
- Determinación, con el mayor consenso posible entre los agentes implicados, de unos objetivos concretos que permitan superar la situación anterior

(fundamentalmente el traspaso de un capital constante a la próxima generación).

- Puesta en marcha de programas que garanticen, mediante la concertación de intereses entre distintos agentes, la consecución de los objetivos propuestos en los plazos determinados.
- Definición de instrumentos de gestión de suelo y patrimonio, desplazamientos, energía, agua, así como controlar el impacto ambiental y los residuos generados por las actividades de la sociedad.
- Garantizar la flexibilidad de estos instrumentos mediante el trabajo continuo equipos multidisciplinares (ecólogos, arquitectos, biólogos, geógrafos, etc.) que puedan modificar las normativas precisas.

La apuesta por estos incipientes modelos de organización humana es más evidente en algunos países del centro y norte de Europa, caracterizados por elevados niveles de bienestar y democracia. En muchos de ellos se plantea una vuelta a la forma tradicional de construcción de la ciudad, en la que el solapamiento de los espacios destinados al trabajo, ocio y vivienda enriquecen la trama urbana y reducen las necesidades de desplazamiento (ver figura 4.21).



A continuación haremos un breve inciso para analizar que aportaciones urbanas y territoriales se pueden señalar desde el ámbito nacional. Basta con estudiar el desarrollo urbanístico experimentado en Andalucía durante las últimas décadas, especialmente la costa y las aglomeraciones urbanas, para constatar un fracaso absoluto de cualquier intento de planificación razonable. Esto es más preocupante, si cabe, en el caso de algunas intervenciones promovidas por el propio gobierno andaluz.

Destacamos el caso paradigmático de la urbanización de Costa Ballena, en Rota (Cádiz) y situada a escasos kilómetros de la desembocadura del río Guadalquivir y el Parque Nacional de Doñana, que ha sido desarrollada de espaldas a criterios reales de sostenibilidad⁴². Estamos ante una oportunidad perdida para ejemplarizar pedagógicamente y purgar al mismo tiempo, la sucesión de errores (por acción u omisión) que han puesto contra las cuerdas el frágil equilibrio medioambiental de la franja litoral andaluza.

⁴² El consenso alcanzado en torno al concepto “sostenible” ha vaciado su contenido haciéndolo asumible por unos sectores económicos que persisten en falta de visión ecológica. Consultar la obra “BETTINI, Virginio, *Elementos de ecología urbana*, Madrid, Trotta, 1998”.

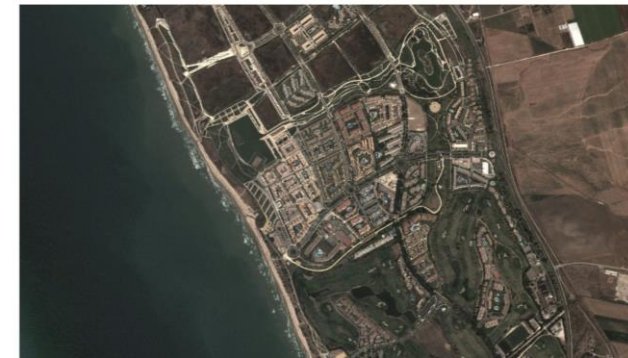


Figura 4.22.-
Transformación de la franja
litoral de la playa de La Ballena
Rota (Cádiz), 1956 (arriba) -
2012 (abajo).



En la escala de la ordenación territorial nos encontramos con un panorama desolador, en el que buena parte de la formulación de la planificación ha acumulado un importante retraso. Esto se debe por una parte a la prolongada pugna por las competencias entre administraciones y por otra, una vez resuelto el conflicto y no menos importante, a la falta de interés autonómico en la aplicación de políticas supramunicipales efectivas.

La falta de alternativas públicas a la movilidad en las principales áreas urbanas andaluzas⁴³ contrasta con el crecimiento desmedido y disperso experimentado en el último lustro.

Otro ámbito lo encontramos en el de la planificación de los parques naturales andaluces. Una de las primeras experiencias de desarrollo sostenible en España es la puesta en marcha en 1992 del Plan de Desarrollo Sostenible de la Comarca de Doñana. Posteriormente, y tras un retraso considerable, se han aprobado otros Planes de Desarrollo Sostenible de otros tantos

Parques Naturales andaluces. Como conclusión podemos reseñar la falta de compromisos serios, para ejecutar de forma real sus directrices, que ha caracterizado a la mayoría.

Concluiremos señalando que el desarrollo de nuevos modelos urbanos, que permitan alcanzar el confort deseado sin hipotecar aún más el hábitat natural, tiene que superar numerosas dificultades. Buena parte de las mismas proviene del desfase existente entre la estructura administrativa y disciplinar del urbanismo en España y las necesidades generadas por formas inéditas de ocupación territorial.

⁴³ Para la saturación actual del área de Sevilla se plantean medidas que, en el mejor de los casos, estarán a pleno funcionamiento en no menos de dos décadas. En la mitad de este plazo, y según los procesos de revisión de Planes Generales en marcha, se habrán construido varias decenas de miles de viviendas más.

4.6 UN PLANEAMIENTO “VERDE” :

Una vez esbozada la situación de partida, queda pendiente determinar el papel que atribuimos al urbanismo en este contexto. La aparición de nuevas tecnologías, como los satélites o las fotografías aéreas⁴⁴, muestra la fragilidad del medio soporte ante las vertiginosas transformaciones a las que es sometido. Ante esta fugacidad algunos⁴⁵ proponen modelos de territorio no unitarios, sino modelos diversificados con muchas capas entrelazadas capaces de soportar densidades y geometrías variables en nuevas estructuras complejas. Estos, no entienden la naturaleza como antítesis de la arquitectura, sino que desde una cultura de la sostenibilidad proponen una interacción creativa entre las mismas. Propugnan la compresión del lugar como un “campo de fuerzas” múltiples y multiescalar en el que el proyecto se plantea como mecanismo de reacción más que de composición.

⁴⁴ Como las del aviador y fotógrafo norteamericano Alex S. MacLean, Consultar “EISENMAN, Peter y KWINTER, Sanford, Tensión disciplinar: territorios mutantes, en *Pragmatismo y paisaje*, AV Monografías, número 91, pp. 34-45, Madrid, septiembre – octubre 2001”.

⁴⁵ Entre los que podemos destacar a Vicente Guallart y Manuel Gausa del Instituto de Arquitectura Avanzada de Cataluña, consultar “IaaC, Institut d’arquitectura avançada de Catalunya, *geoCat: territorios enlazados*, Barcelona, Actar, 2004”.

La complejidad del escenario contemporáneo nos permite constatar la desaparición, casi por completo, de las condiciones en las que se forjó el aparato teórico e instrumental del urbanismo que aún empleamos. Debemos acometer una reestructuración disciplinar que nos permita abordar la problemática en toda su dimensión, sin hacernos caer en el pesimismo. Citando a Ramon Folch⁴⁶: “Nuestra intransferible existencia personal cotidiana no será mejor si aumentan nuestras angustias. No nos salvará el sufrimiento (...), sino la lucidez y la eficacia creadora”. Por ello consideramos que una “disciplina urbanística renovada” se postula como uno de los principales mecanismos que permitan conciliar las actividades humanas con la salvaguarda de la riqueza ecológica y cultural heredada. Entre los principios que debemos observar destacamos:

- Adecuación de las técnicas urbanísticas vigentes a los procesos de ocupación urbano-territorial detectados. Su complejidad exige el establecimiento de una serie de actuaciones transdisciplinares y su maridaje con nuevos instrumentos de ordenación.

⁴⁶ FOLCH, Ramon, *Ambiente, emoción y ética: actitudes ante la cultura de la sostenibilidad*, Barcelona, Ariel, 1998.

- La superación de los plazos y demás límites temporales como referentes de la vigencia del planeamiento. Para ello se deben articular instrumentos “temporizadores” que permitan responder a desafíos mutantes. Estas herramientas deben formar parte de un complejo sistema de actualización continua e interactiva, empleando las tecnologías de la información, de las variaciones experimentadas en las condiciones de partida.
- Establecimiento de un marco de gestión que garantice la participación de los agentes menos influyentes, así como la transparencia en la gestación de las soluciones de planeamiento.
- Introducción de criterios técnicos ecológicos con el objetivo de proteger los valores medioambientales.

La revisión disciplinar del urbanismo podría aprovecharse para reafirmar que las respuestas a las necesidades del hombre deben ir más allá de las exclusivamente económicas. Como indicara Italo Calvino: “Las ciudades son un conjunto de muchas cosas: memorias, deseos, signos de un lenguaje; son

lugares de trueque, como explican todos los libros de historia de la economía, pero estos trueques no lo son sólo de mercancías, son también trueques de palabras, de deseos de recuerdos”⁴⁷. Estaríamos más cerca del entendimiento del urbanismo como una disciplina que reflexiona y resuelve la organización de la sociedad en armonía con el medio natural que la alberga.

Concluiremos este apartado reseñando que las infraestructuras de explotación de energía renovable son una de las realidades emergentes que están empezando a proliferar por nuestro territorio contribuyendo a la configuración de un paisaje desconocido hasta el momento. A pesar de la dificultad que conlleva, debemos contribuir a su implantación en el territorio mediante proyectos de calidad que simbolicen el impulso de una sociedad dispuesta a asumir el reto de conciliar desarrollo y ecología. La alternativa es complicada ya que la potenciación de las energías renovables ha dejado de ser una opción para convertirse en una necesidad.

⁴⁷ “CALVINO, Italo, *Las ciudades invisibles*, Madrid, Ediciones Siruela S.A., 1994”.



Figura 4.23.-
Propuesta de ordenación del núcleo rural de El Almarchal, Tarifa (Cádiz).



4.7 EL PAPEL DE LAS RENOVABLES :

Una vez analizados algunos de los diversos aspectos que conforman el complejo escenario contemporáneo al que debemos hacer frente desde el planeamiento, queremos concluir el presente capítulo analizando algunas de las aportaciones que pueden venir del ámbito de las energías renovables.

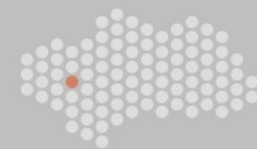
En primer lugar conviene destacar la presencia de instalaciones de energías renovables, desde la escala doméstica hasta en forma de grandes plantas de producción. Podemos encontrar múltiples aplicaciones que van desde sencillos equipos eólicos, para cargar baterías o sacar agua de un pozo, hasta las grandes plantas termosolares que necesitan apoyarse en la red eléctrica para evacuar la energía que producen. Esta versatilidad de las renovables, para aportar soluciones energéticas individuales y colectivas, tanto sencillas como complejas, constituye una de sus características esenciales. A partir de la misma podemos encontrar instalaciones de energía renovable en la práctica totalidad del territorio. Las limitaciones a su implantación provienen de la necesidad de contar con el recurso natural que aprovechan, la existencia de afecciones o exclusiones de carácter legal y, en los casos de grandes plantas, la presencia cercana de redes eléctricas para evacuar su producción.



Figura 4.24.-
Instalación minieólica aislada.



Figura 4.25.-
Central Termosolar, Sanlúcar la Mayor (Sevilla).



De ahí que las instalaciones de energías renovables deban ser contempladas tanto en ordenanzas municipales, por ejemplo regulando aspectos técnicos de edificaciones e instalaciones, como en la planificación territorial y estratégica. Este es uno de los factores claves, y con amplio margen de mejora respecto a lo realizado hasta ahora, a los que debemos responder desde el campo de la arquitectura y el planeamiento.

Cumplir los acuerdos internacionales en materia de emisiones implica un aumento sustancial de la producción energética renovable. La puesta en marcha de acciones que permitan una mejor integración de las renovables en edificios, núcleos urbanos, áreas rurales, infraestructuras, etc. representa una de las principales herramientas con las que contamos para alcanzar estos objetivos. Buena parte de los enclaves más propicios ya se encuentran ocupados, tanto por otras instalaciones renovables como por otras actividades, por lo que se empieza percibir cierta tensión territorial que en ocasiones deriva en el rechazo de los ciudadanos. En la capacidad para compatibilizar y superponer las instalaciones renovables con el resto de actividades se encuentra buena parte de las respuestas de futuro. Para ello resulta vital la concienciación social y la asimilación de la necesidad de acometer transformaciones en nuestros paisajes y usos cotidianos.

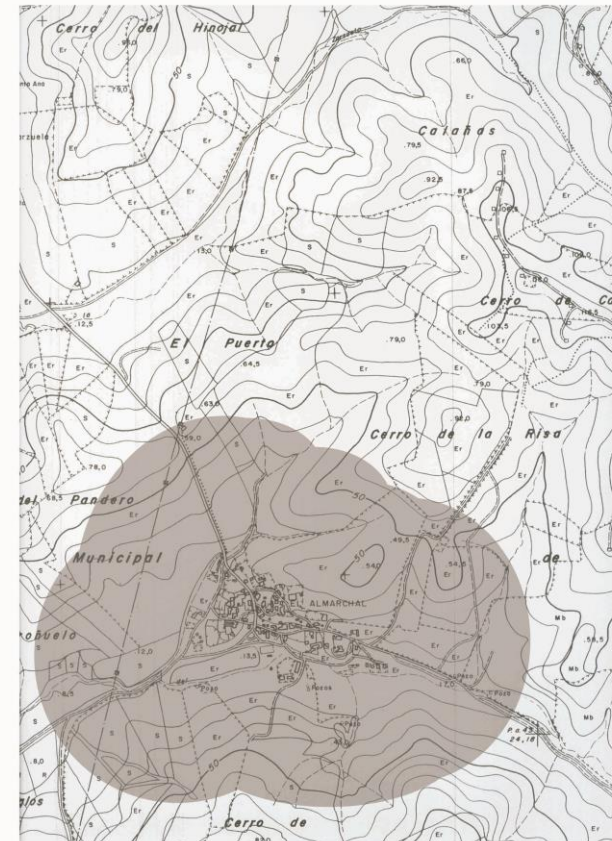


Figura 4.26.-
Área de exclusión para la
implantación de parques eólicos
en torno al núcleo rural de El
Almarchal, Tarifa- Cádiz.

El potencial que contiene la presencia de las renovables en todas las escalas del territorio, unido a su carácter autóctono, supone una oportunidad para recuperar el equilibrio perdido entre la actividad humana y su soporte territorial. No podemos ignorar como a partir de la disponibilidad de energía en abundancia, propiciado por la existencia de redes de distribución a escala planetaria, se han quebrado los modelos tradicionales de organización de actividades sobre el medio. Estos se han basado históricamente, considerando las diferencias propias de entornos geográficos y culturales diversos, en procurar un acoplamiento de las actividades y necesidades humanas al territorio y a los recursos energéticos y vitales disponibles.

Sin embargo esta ecuación se empieza a quebrar a partir de un crecimiento desmesurado, en especial de la población urbana, en base a una disponibilidad “aparentemente” ilimitada de energía. El petróleo ha permitido, gracias a un eficaz abastecimiento energético, multiplicar y fijar la población en territorios que con sus recursos autóctonos jamás hubieran alcanzado su actual nivel de desarrollo. El resultado ha sido la superposición al soporte natural, que ha dejado de ser el referente que marca las lógicas de implantación, de una trama artificial que estructura el planeta tal y como hoy lo conocemos.

Las nefastas consecuencias medioambientales de este modelo territorial, basado en el derroche energético, son las que ahora debemos mitigar y revertir. En este contexto, en el que se empieza a vislumbrar un cambio de modelo en la relación entre energía y territorio, las energías renovables pueden contribuir a resolver algunas de las cuestiones planteadas.

La propia esencia de la energía renovable vincula su aprovechamiento a los recursos endógenos del territorio sobre el que se asienta una instalación. Estos recursos energéticos son variables, en función de las condiciones naturales de cada territorio, y suelen proporcionar una capacidad de abastecimiento inferior a las fuentes de energía convencionales. De esta forma volvemos a restaurar una relación, entre el modo en el que organizamos nuestras actividades sobre el territorio y la energía disponible, basada en un equilibrio que limita el crecimiento a los recursos endógenos. La transición a este nuevo modelo ya ha comenzado y lo que está por determinar son los plazos de este proceso. En este punto resulta crucial la respuesta de una ciudadanía que debe modificar sus pautas de consumo energético solicitando a la red, como paradigma de la disponibilidad inmediata de recursos exógenos, estrictamente lo que no se pueda satisfacer con los recursos propios.

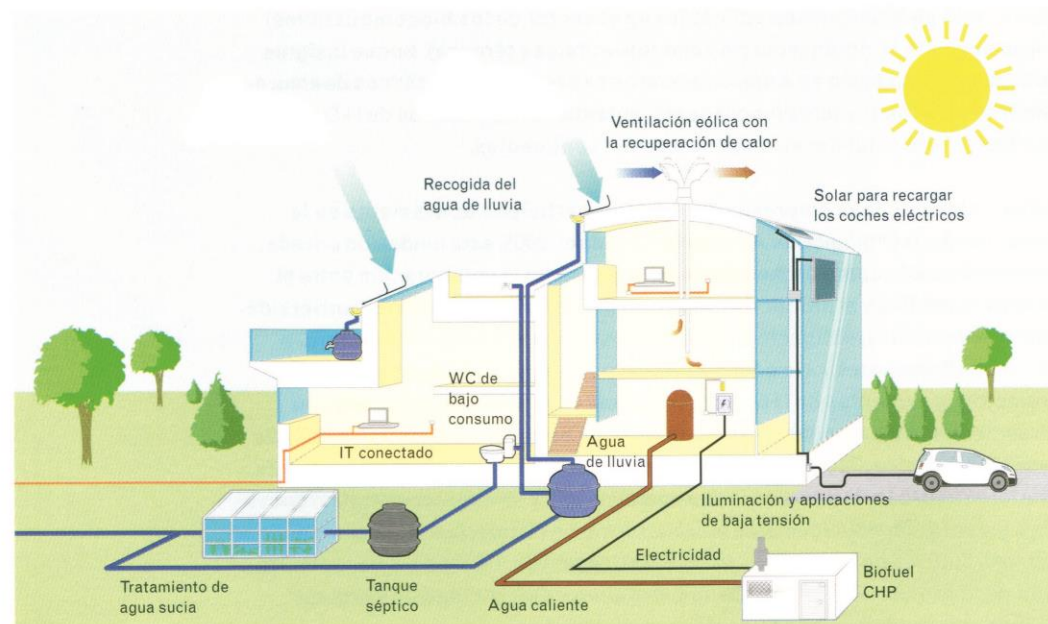


Figura 4.27.-
Esquema conceptual de vivienda autosuficiente.

En segundo lugar destacamos como la versatilidad funcional, anteriormente mencionada, de las renovables también le permite transformar la fuerza de los recursos naturales no solo en energía eléctrica sino también en aplicaciones térmicas, mecánicas, combustible etc. En la actualidad se está procediendo a reconocer la aportación, en la reducción de la factura energética, que suponen actividades tradicionales y cotidianas como el secado de la ropa al sol, la obtención de sal marina, la calefacción de viviendas mediante leña procedente de la poda o limpieza de bosques, dehesas y olivares, etc.

Actualmente entre las principales aplicaciones no eléctricas de las renovables podemos destacar el empleo de placas solares para calentar agua, de biomasa para la calefacción de viviendas e instalaciones públicas como piscinas, de los biocombustibles para el abastecimiento de vehículos rodados o de la geotermia para la calefacción y refrigeración de todo tipo de edificios. En estos casos, al igual que sucede en las aplicaciones eléctricas de las renovables de pequeño y mediano tamaño, se debe procurar optar por recursos renovables autóctonos al objeto de solapar el centro de producción con el punto de consumo. El empleo de la radiación solar para el calentamiento de agua y el de la geotermia son, probablemente, los casos más paradigmáticos a este respecto.



Figura 4.28.- (Arriba).
Ropa tendida, Andalucía, 2010.

● **Figura 4.29.-** (Abajo).
Instalaciones solares térmicas
domésticas.





Figura 4.30.-
Fuente de transformación y uso de las energías renovables.

Finalmente las renovables representan una oportunidad, que empieza a ser reivindicada por asociaciones ciudadanas y de consumidores, de alterar un modelo actual de relaciones entre agentes energéticos altamente jerarquizado, con escasa participación y en manos de pocas y grandes corporaciones económicas⁴⁸.

Hablamos también, por tanto, de las renovables como oportunidad de democratización de un sector estratégico que condiciona no pocas políticas y aspectos que afectan a nuestra vida diaria. En estos momentos estamos en plena evolución del modelo energético y cada vez son más las voces que piden a los legisladores una liberalización de la generación de energía para autoconsumo local⁴⁹. Además de la consabida reducción de pérdidas en el transporte de la electricidad, que conlleva que se consuma en el mismo lugar en el que se produce, el autoconsumo permite que el consumidor sea más responsable.

⁴⁸ De hecho este patrón del sistema energético actual también ha sido reproducido en aquellas renovables cuya instalación requiere una importante inversión (plantas termosolares, parques eólicos, grandes centrales fotovoltaicas, etc.), que han quedado en buena parte en manos de grandes eléctricas, constructoras, entidades financieras, etc.

⁴⁹ Como la Plataforma Generación Distribuida y Autoconsumo <http://www.consumetupropiaenergia.org/>.

No obstante podemos constatar como frecuentemente las relaciones que se establecen entre los agentes implicados en un proceso, se caracterizan por la complejidad derivada de los intereses que intervienen en las mismas. En el caso de las renovables se requiere un ejercicio de discernimiento que garantice la participación de todos los grupos sociales más allá de los agentes habituales.

El mayor problema que surge a la hora de establecer los mecanismos de participación consiste en determinar el nivel de afección real de cada agente social o económico. Este parámetro resulta básico para la concertación de medidas, durante la fase de planificación y posterior ejecución de un proyecto, y el fomento de un clima de consenso que implique a todas las partes interesadas. Ya se han realizado algunos proyectos⁵⁰ con estos objetivos y han arrojado datos significativos.

⁵⁰ SUÁREZ DE VIVERO, JL y MARTÍNEZ, I. (2007): An exercise in Stakeholder Analysis for a hypothetical offshore wind farm in the Gulf of Cadix. Science and Policy Integration for Coastal System Assessment SPICOSA. Departamento de Geografía Humana de la Universidad de Sevilla, Sevilla.

Con este punto damos por concluido un recorrido en el que tras acercarnos al funcionamiento de nuestro modelo energético y analizar una complicada situación de partida, debido a la evidencia del deterioro medioambiental del planeta, nos hemos centrado en analizar las respuestas que pueden proceder del ámbito de las energías renovables. Tras este necesario acercamiento a la materia, con un enfoque medioambiental y energético fundamentalmente, hemos repasado el papel desempeñado por la arquitectura y el planeamiento hasta nuestros días y apuntado algunas de las claves que pueden regir en los próximos años.

Defendemos que parte de las soluciones urbanas y territoriales del futuro pasan por una correcta planificación de la implantación de instalaciones de energías renovables en nuestro entorno. Para que estas respuestas sean válidas debemos aplicar lógicas, algunas ya conocidas desde tiempos inmemoriales y otras inéditas, que precisan un profundo conocimiento de las características tipológicas de las energías renovables y sus posibles afecciones. A tal efecto, en los capítulos siguientes daremos a la investigación un enfoque en clara clave territorial para profundizar en aspectos de las energías renovables como su incidencia territorial y paisajística, los distintos modelos de implantación existentes, etc.



Figura 4.31.-
Parque eólico, Medina Sidonia
(Cádiz).



REFERENCIAS DE LAS FIGURAS :

Figura 4.1. Fotografía de Knossos (Creta).

Fuente: Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Germany.

Figura 4.2. Plano de Mileto (Grecia Clásica).

Fuente: “YÁÑEZ, Guillermo, *Arquitectura solar: aspectos pasivos, bioclimatismo e iluminación natural*, Madrid, MOPU, Dirección General para la Vivienda y Arquitectura, 1988, pp. 22”.

Figura 4.3. Sección de la casa descrita por Sócrates.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.4. Delfos (Grecia), las trazas se amoldan a la orografía.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.5. Plano de la Villa Adriana en Tivoli (Italia).

Fuente: FLETCHER, Banister, *A History of Architecture*, Great Britain, Architectural Press, twentieth edition, 1996.

Figura 4.6. Esquema de las relaciones entre la ciudad y su entorno.

Fuente: GEDDES, Patrick, *Cities in evolution: an introduction to the Town Planning Movement and to the Study of Civics*, Londres, Williams&Norgate, 1915, pp 96.

Figura 4.7. Imagen de Glasgow a comienzos del siglo XX.

Fuente: ANNAN, Thomas, *Collection of the Prentice and Paul Sack Photographic Trust of the San Francisco Museum of Modern Art*, 1900.

Figura 4.8. Fragmentos de la obra “Design with Nature”.

Fuente: L.MCHARG, Ian, *Proyectar con la naturaleza*, Barcelona, Gustavo Gilli, SA, 2000, pp.36 y 160.

Figura 4.9. Baile en el Golden Gate Park, San Francisco, 1967.
Fuente: Archivo de Robert Altman, <http://www.altmanphoto.com/>.

Figura 4.10. Anillos Anuales (Annuals Rings), D. Oppenheim, 1968.

Fuente: RAQUEJO, Tonia, *Land Art*, San Sebastian, Editorial Nerea, S.A., 1998, pp. 42.

Figura 4.11. Primera fotografía de la Tierra desde la Luna, 1966.
Fuente: NASA.

Figura 4.12. Mapas y Figuras del Ecoplan de La Gomera.

Fuente: *Ecoplan para la Isla de Gomera*. Monografías de la Dirección General del Medio Ambiente, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (MOPU), Madrid, A. Gómez et al., 1988, pp.115, 136, 210 y 245.

Figura 4.13. Reflexión sobre la “cocina” de los procesos de crecimiento de las ciudades.

Fuente: Diego Brieva.

Figura 4.14. La proliferación de adosados es un característico paisaje urbano.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.15. Playa del Algarrobico, Carboneras (Almería).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.16. Los compromisos de Aalborg.

Fuente: <http://www.aalborgplus10.dk/>.

Figura 4.17. Municipios andaluces adheridos al programa Ciudad 21.

Fuente: <http://www.ciudad21.org/>

Figura 4.18. Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética (2007-2013).

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

Figura 4.19. Modelo territorial e infraestructuras eléctricas, PLEAN 2006-2013.

Fuente: “*Plan Energético de Andalucía 2006-2013*. Consejería de Empleo y Desarrollo Tecnológico, Junta de Andalucía, Sevilla, 2003, pp. 162”.

Figura 4.20. La intensidad del tráfico rodado, y la falta de alternativas de movilidad, se ha convertido en uno de los principales factores de aislamiento entre los habitantes de nuestras ciudades.

Fuente: ROGERS, Richard y GUMUCHDJIAN, Philip, *Ciudades para un pequeño planeta*, Barcelona, Gustavo Gilli, SA, 2000, pp. 37.

Figura 4.21. Los modelos de ordenación de las actividades sobre el territorio tienen un reflejo inmediato en el consumo y eficiencia de la energía, polución atmosférica, reciclaje etc.

Fuente: Elaboración propia a partir de ROGERS, Richard y GUMUCHDJIAN, Philip, *Ciudades para un pequeño planeta*, Barcelona, Gustavo Gilli, SA, 2000, pp. 51.

Figura 4.22. Transformación de la franja litoral de la playa de La Ballena – Rota (Cádiz), 1956 (arriba) - 2012 (abajo).

Fuente: Elaboración propia a partir de Visor WMS Ortofoto de Andalucía de 1956 y Google Earth 2012.

Figura 4.23. Propuesta de ordenación del núcleo rural de El Almarchal, Tarifa (Cádiz).

Fuente: IZQUIERDO, JM, BRIEVA, Diego, VIOLADÉ, Carlos, *Propuesta de Ordenación*, Tarifa, 2006, pp. 27.

Figura 4.24. Instalación minieólica aislada.

Fuente: www.enair.es/

Figura 4.25. Central Termosolar, Sanlúcar la Mayor (Sevilla).

Fuente: ABENGOA.

Figura 4.26. Área de exclusión para la implantación de parques eólicos en torno al núcleo rural de El Almarchal, Tarifa- Cádiz.

Fuente: Elaboración propia a partir del Plan Especial de Zonificación de las Instalaciones Eólicas de Tarifa, plano 8.

Figura 4.27. Esquema conceptual de vivienda autosuficiente.

Fuente: “*Andalucía Renovable*. Agencia Andaluza de la Energía, Sevilla, 2011, pp. 98”.

Figura 4.28. Ropa tendida, Andalucía, 2010.

Fuente: Cayetano Martín, <http://www.flickr.com/people/caye-m/>.

Figura 4.29. Instalaciones solares térmicas domésticas.

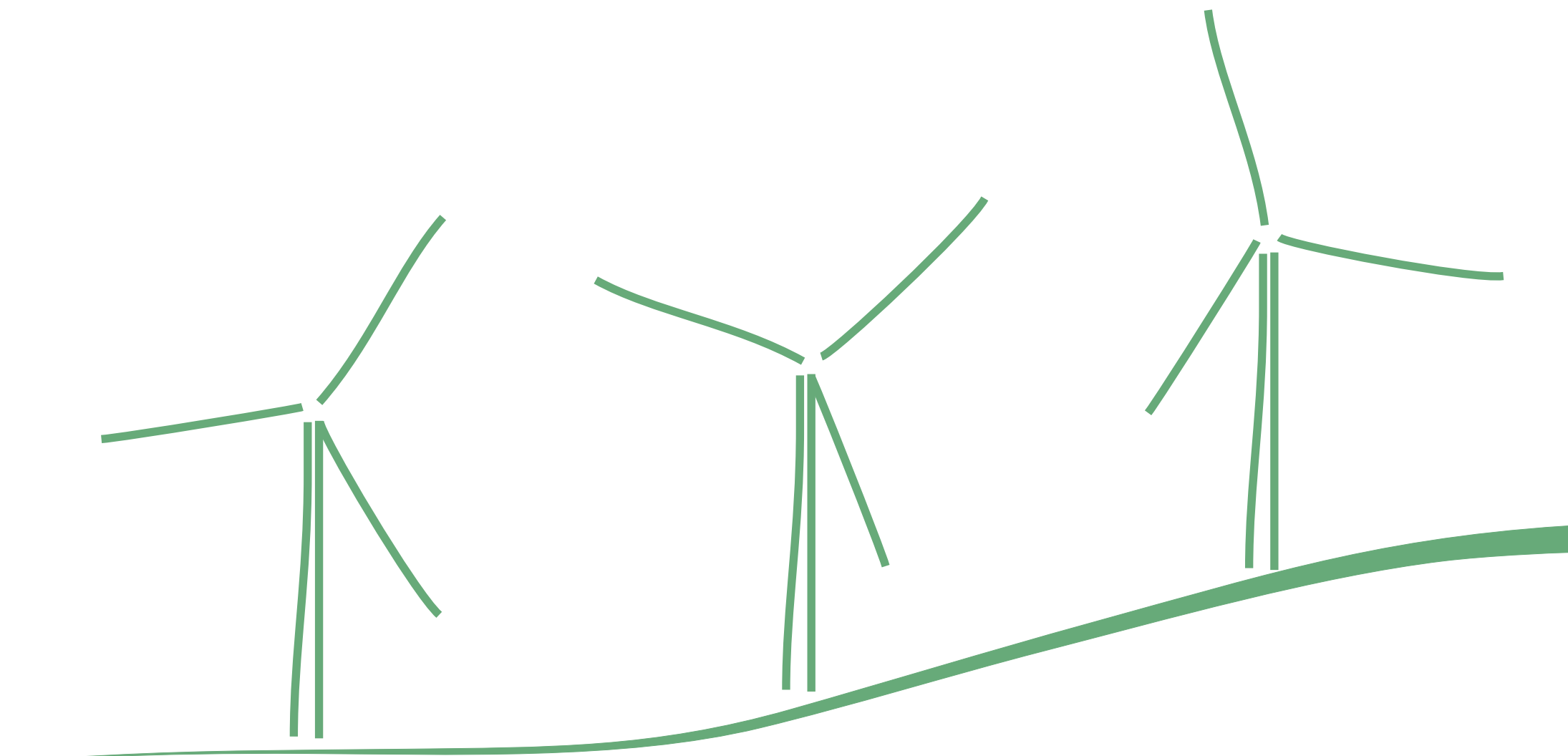
Fuente: Elaboración propia, Tarifa, 2007.

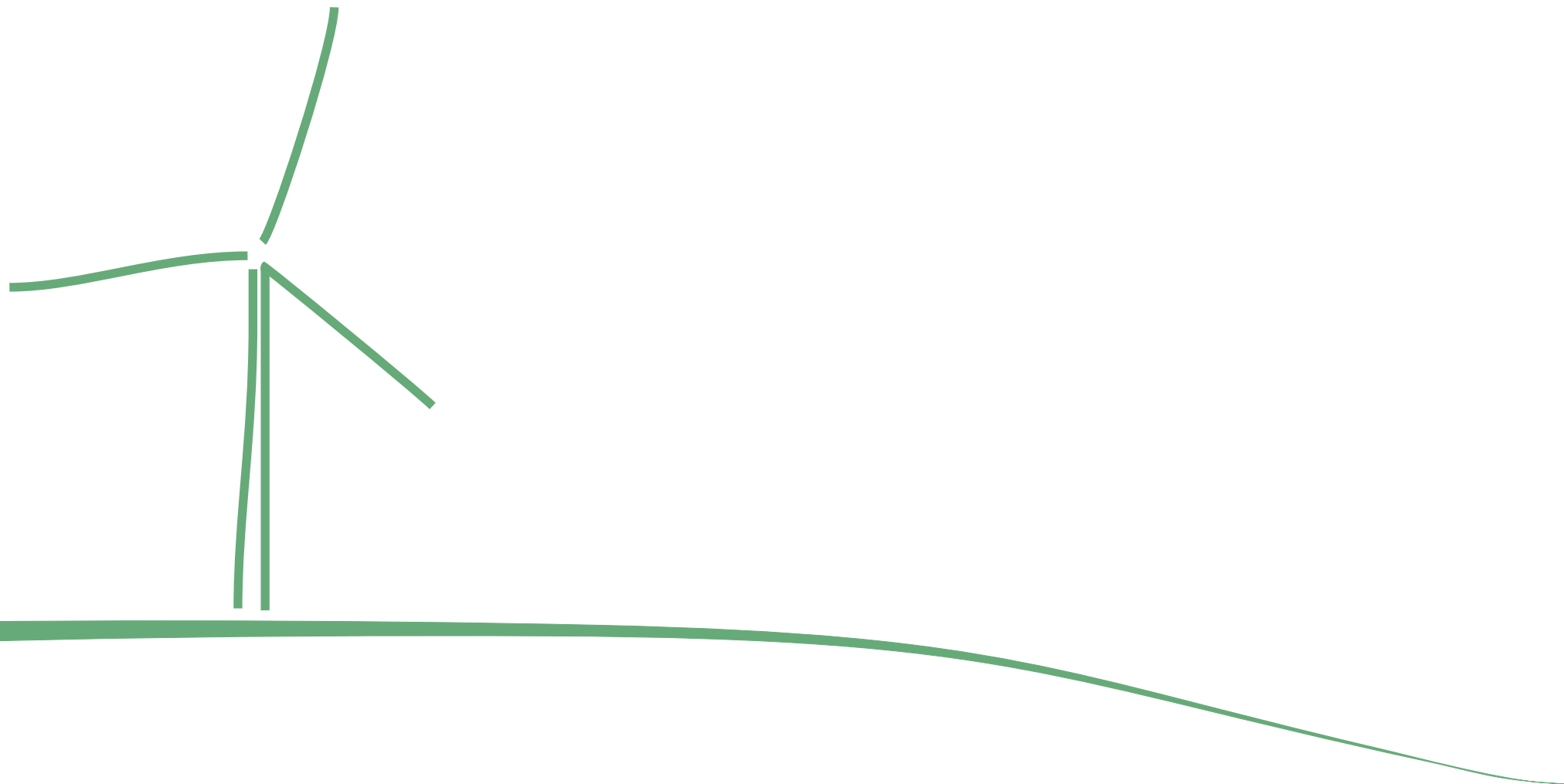
Figura 4.30. Fuente de transformación y uso de las energías renovables.

Fuente: “*Andalucía Renovable*. Agencia Andaluza de la Energía, Sevilla, 2011, pp. 43”.

Figura 4.31. Parque eólico, Medina Sidonia (Cádiz).

Fuente: Elaboración propia.





Territórios renováveis, paisagens emergentes

Tese de Doutoramento 2015

- tomo II -

Territorios renovables, paisajes emergentes

Tesis Doctoral 2015

Doctorando: José Manuel Izquierdo Toscano

Directora: María Teresa Pérez Cano

Programa de Doctorado: Ciudad, Paisaje y Territorio

Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio. Universidad de Sevilla

Índice pormenorizado / Índice detalhado

Parte I - tomo I:

1.- Planteamiento general.....	1
1.1.- Introducción.....	3
1.2.- Objetivos y estructura.....	6
1.3.- Justificación.....	11
1.4.- Estado de la cuestión y metodología.....	13
1.4.1. Estado de la cuestión.....	13
1.4.2. Metodología.....	21
1.- Abordagem geral	27
2.- Energía, sociedad y medio ambiente.....	53
2.1.- Los costes del actual modelo económico.....	55
2.2.- Un nuevo paradigma: la “sostenibilidad”.....	65
2.3.- Kioto y los tratados internacionales.....	70
2.4.- Ecología y sociedad.....	75
.- Referencia de las figuras.....	79

3.- Las renovables en el modelo energético.....	81
3.1.- Aproximación al mercado energético.....	83
3.2.- El reto de las energías “verdes”.....	90
3.3.- Las renovables en Andalucía.....	98
3.4.- Alternativas y estrategias energéticas.....	104
.- Referencia de las figuras.....	110
4.- Hacia una nueva cultura urbanística y del territorio.....	113
4.1.- Tras unas huellas remotas.....	115
4.2.- La percepción de la naturaleza.....	119
4.3.- La disyuntiva del urbanismo.....	126
4.4.- La acción local.....	131
4.5.- Cuestión de hábitat.....	137
4.6.- Un planeamiento “verde”.....	142
4.7.- El papel de las renovables.....	145
.- Referencia de las figuras.....	154

Parte II - tomo II:

5.- Energías renovables. Antecedentes.....157

5.1.- El hombre y los recursos renovables.....159

5.1.1. Tras la fuerza del viento.....160

5.1.2. Bajo el orden del sol.....170

5.1.3. Aprovechando otros recursos naturales.....177

5.2.- Generación de electricidad y otras aplicaciones.....192

5.2.1. Un nuevo ingenio: el aerogenerador.....193

5.2.2. Paneles aislados y grandes centrales solares.....201

5.2.3. De los saltos de agua a la biomasa.....208

.- Referencia de las figuras.....214

6.- Energías renovables. Aprovechamiento.....219

6.1.- Recurso y emplazamientos.....221

6.1.1. Recursos eólicos.....222

6.1.2. Radiaciones solares.....231

6.1.3. Recursos renovables.....237

6.2.- Sistemas de aprovechamiento.....247

6.2.1. Aerogeneradores y parques eólicos.....248

6.2.2. Plantas y paneles solares.....256

6.2.3. Otros sistemas renovables.....269

.- Referencia de las figuras.....279

7.- Energías renovables. Incidencia territorial.....283

7.1.- Territorio y medio ambiente.....285

7.2.- Huellas territoriales de las renovables.....288

7.2.1. Eólica.....289

7.2.1.1. Modelos de ocupación territorial.....289

7.2.1.1-1. Parques eólicos terrestres.....290

7.2.1.1-2. Parques eólicos marinos.....296

7.2.1.2. Incidencia territorial de la energía eólica.....300

7.2.2. Solar.....317

7.2.2.1. Modelos de ocupación territorial.....317

7.2.2.1-1. Huertos solares FV.....320

7.2.2.1-2. Plantas termosolares.....335

7.2.2.2. Incidencia territorial de la energía solar.....349

.- Referencia de las figuras.....360

8.- Energías renovables. Paisaje.....	363
8.1.- La cuestión del paisaje.....	365
8.1.1. Consideraciones previas.....	366
8.1.2. La representación del paisaje.....	370
8.2.- Incidencia paisajística de las renovables.....	377
8.2.1. Antecedentes.....	378
8.2.1.1. Considerando la escala.....	378
8.2.1.2. Herramientas actuales.....	385
8.2.1.3. Paisaje rural versus urbano.....	388
8.2.2. El paisaje eólico.....	399
8.2.2.1. Molinos en la memoria.....	399
8.2.2.2. Particularidades.....	408
8.2.2.2-1. Parques eólicos terrestres.....	408
8.2.2.2-2. Parques eólicos marinos.....	428
8.2.3. El paisaje solar.....	430
8.2.3.1. Referencias solares.....	430
8.2.3.2. Particularidades.....	436
8.2.3.2-1. Centrales termosolares.....	436
8.2.3.2-2. Huertos fotovoltaicos.....	456
8.2.3.2-3. Instalaciones urbanas.....	471
.- Referencia de las figuras.....	478

Parte II - tomo III:

9.- Conclusiones y propuestas.....	485
9.1.- Conclusiones generales.....	487
9.1.1. Medio ambiente, modelo energético y EERR.....	488
9.1.2. El papel del planeamiento.....	492
9.1.3. Antecedentes y fundamentos de las EERR.....	496
9.1.4. Renovables y territorio.....	501
9.1.5. Renovables y paisaje.....	506
9.2.- Propuestas hacia un futuro renovable.....	514
9.2.1. Territorios renovables.....	515
9.2.2. Paisajes emergentes.....	521
9.2.3. Por unas ordenanzas reguladoras de instalaciones de EERR.....	528
9.- Conclusões e propostas	531
Anexos.....	579
A.I.- Estudio de caso: Central solar fotovoltaica de Amareleja (Portugal).....	579
.- Referencia de las figuras.....	596

A.II.- Aspectos legales.....	597
a.II.1. Marco normativo en la Unión Europea.....	598
a.II.2. Marco normativo en el Estado español.....	600
a.II.3. Marco normativo en Andalucía.....	613
a.II.4. Referencias bibliográficas.....	624
Bibliografía	629
Índice de figuras.....	645
Índice general de contenidos.....	663

Índice detalhado

Parte I - tomo I:

1.- Abordagem geral.....	1
1.1.- Introdução.....	3
1.2.- Objetivos e estrutura.....	6
1.3.- Justificativa.....	11
1.4.- Estado da arte e metodologia	13
1.4.1. Estado da arte.....	13
1.4.2. Metodologia.....	21
2.- Energia, sociedade e meio ambiente.....	53
2.1.- Os custos do modelo econômico atual.....	55
2.2.- Um novo paradigma: a “sustentabilidade”.....	65
2.3.- Kioto e os tratados internacionais.....	70
2.4.- Ecologia e sociedade.....	75
.- Referência de figuras.....	79

3.- Energias renováveis no modelo energético.....	81
3.1.- Aproximação ao mercado energético.....	83
3.2.- O desafio das energías “verdes”.....	90
3.3.- As energias renováveis em Andaluzia.....	98
3.4.- Alternativas e estratégias energéticas.....	104
.- Referência de figuras.....	110
4.- Para uma nova cultura urbanística e território.....	113
4.1.- Após pegadas remotas.....	115
4.2.- A percepção da natureza.....	119
4.3.- O disjuntivo do urbanismo.....	126
4.4.- A ação local.....	131
4.5.- Questão de habitat.....	137
4.6.- Um planejamento “verde”	142
4.7.- O papel das energias renovables.....	145
.- Referência de figuras.....	154

Parte II - tomo II:

5.- Energias renováveis. Antecedentes.....157

5.1.- O homem e os recursos renováveis.....159

5.1.1. Pela força do vento.....160

5.1.2. Sob a ordem do sol.....170

5.1.3. Aproveitando outros recursos naturais.....177

5.2.- Geração de eletricidade e outras aplicações.....192

5.2.1. Um novo engenho: a turbina eólica.....193

5.2.2. Painéis isolados e grandes centrais solares.....201

5.2.3. Das quedas d’água à biomassa.....208

.- Referência de figuras.....214

6.- Energias renováveis. Aproveitamento.....219

6.1.- Recurso e localizações.....221

6.1.1. Recursos eólicos.....222

6.1.2. Radiações solares.....231

6.1.3. Recursos renováveis.....237

6.2.- Sistemas de aproveitamento.....247

6.2.1. Moinhos e turbinas eólicas.....248

6.2.2. Plantas e painéis solares.....256

6.2.3. Outros sistemas de energia renovável.....269

.- Referência de figuras.....279

7.- Energias renováveis. Incidência territorial.....283

7.1.- Território e meio-ambiente.....285

7.2.- Pegadas territoriais das energias renováveis.....288

7.2.1. Eólica.....289

7.2.1.1. Modelos de ocupação territorial.....289

7.2.1.1-1. Parques eólicos terrestres.....290

7.2.1.1-2. Parques eólicos marinhos.....296

7.2.1.2. Impacto territorial da energia eólica.....300

7.2.2. Solar.....317

7.2.2.1. Modelos de ocupação territorial.....317

7.2.2.1-1. Plantas solares fotovoltaicas.....320

7.2.2.1-2. Plantas solares térmicas.....335

7.2.2.2. Impacto territorial da energia solar.....349

.- Referência de figuras.....360

8.- Energias renováveis. Paisagem.....	363
8.1.- A questão da paisagem.....	365
8.1.1. Considerações prévias.....	366
8.1.2. A representação da paisagem.....	370
8.2.- Impacto paisagístico das energias renováveis.....	377
8.2.1. Antecedentes.....	378
8.2.1.1. Considerando a escala.....	378
8.2.1.2. Ferramentas atuais.....	385
8.2.1.3. Paisagem rural versus urbana.....	388
8.2.2. A paisagem eólica.....	399
8.2.2.1. Moinhos na memória.....	399
8.2.2.2. Particularidades.....	408
8.2.2.2-1. Parques eólicos terrestres.....	408
8.2.2.2-2. Parques eólicos marinhos.....	428
8.2.3. A paisagem solar.....	430
8.2.3.1. Referências solares.....	430
8.2.3.2. Particularidades.....	436
8.2.3.2-1. Centrais térmicas solares.....	436
8.2.3.2-2. Plantas fotovoltaicas.....	456
8.2.3.2-3. Instalações urbanas.....	471
.- Referência de figuras.....	478

Parte II - tomo III:

9.- Conclusões e propostas.....	485
9.1.- Conclusões gerais.....	487
9.1.1. Meio-ambiente, modelo energético e ER.....	488
9.1.2. O papel do planeamento.....	492
9.1.3. Antecedentes e fundamentos das ER.....	496
9.1.4. Energias renováveis (ER) e território.....	501
9.1.5. Energias renováveis (ER) e paisagem.....	506
9.2.- Propostas para territórios renováveis.....	514
9.2.1. Territórios renováveis.....	515
9.2.2. Paisagens emergentes.....	521
9.2.3. Por uma portarias reguladoras das ER.....	528
Anexos.....	579
A.I.- Estudo de caso:	
Central solar fotovoltaica de Amareleja (Portugal).....	579
.- Referência de figuras.....	596

A.II.- Aspectos legais.....	597
a.II.1. Quadro normativo da União Europeia.....	598
a.II.2. Quadro normativo da Estado Espanhol.....	600
a.II.3. Quadro normativo da Andalusia.....	613
a.II.4. Referências bibliográficas.....	624
Referências bibliográficas	629
Índice ilustrações.....	645
Índice general de conteúdos.....	663

5.- ENERGÍAS RENOVABLES. ANTECEDENTES.....

5.1.- El Hombre y los recursos renovables.

5.1.1. Tras la fuerza del viento.

5.1.2. Bajo el orden del sol.

5.1.3. Aprovechando otros recursos naturales.

5.2.- Generación de electricidad y otras aplicaciones.

5.2.1. Un nuevo ingenio: el aerogenerador.

5.2.2. Paneles aislados y grandes centrales solares.

5.2.3. De los saltos de agua a la biomasa.

.- Referencias de las figuras.

5.- ENERGÍAS RENOVABLES. ANTECEDENTES.....

El aprovechamiento de los recursos energéticos renovables ha estado marcado por un profundo conocimiento, por parte del hombre, desde tiempos remotos. Lo que en un estadio inicial fue una necesidad, que marcaba la frontera de la subsistencia, los avances tecnológicos disponibles en cada época han permitido una explotación cada vez más eficiente. Nos referimos a una especie de memoria colectiva que ha declinado en el último siglo, ante el empuje de otras fuentes energéticas. Así, podríamos citar el recorrido seguido desde los antiguos molinos de viento hasta los aerogeneradores contemporáneos. O la evolución experimentada por los usos tradicionales de la radiación solar (salinas, secaderos, etc.) hasta las células fotovoltaicas o grandes centrales termosolares de la actualidad. De forma análoga podríamos relatar el progreso experimentado por otras fuentes renovables (saltos de agua, geotermia, biomasa, mareomotriz etc.). Incluso el descubrimiento de nuevos recursos energéticos puestos a nuestro alcance a partir de la evolución tecnológica (undimotriz, etc.).

5.1 EL HOMBRE Y LOS RECURSOS RENOVABLES :

La capacidad demostrada por el hombre para adaptarse a las condiciones ambientales, del entorno que habita, se ha cimentado en una correcta lectura y aprendizaje de las leyes naturales. Una de las acciones más importantes acometidas, en pos de la supervivencia, ha sido la localización de fuentes que satisfagan sus necesidades energéticas. Desde antiguo los grupos humanos han aprendido a detectar, apoyados en la experiencia, los recursos energéticos disponibles a su alcance. En un estadio inicial, previo a la mejora de las comunicaciones y al comienzo de la explotación de las fuentes fósiles, estos recursos energéticos eran eminentemente renovables.

Tras su conocimiento y valoración, el aprovechamiento de los recursos renovables ha tomado rumbos determinados por las condiciones específicas con la que se han presentado en un área determinada. La falta de respuesta a los cambios experimentados por las fuentes energéticas renovables, en base a ciclos naturales, explica el devenir súbito de no pocas civilizaciones. Por el contrario, una rápida lectura y adaptación tecnológica a estas variaciones se encuentra en la base económica de no pocos imperios.

El grado alcanzado por la relación establecida con los diferentes recursos renovables, explica notables fenómenos de identificación con los mismos. La toponimia, repleta de referencias a las fuerzas de la naturaleza, es fiel reflejo de la riqueza del vínculo forjado.

Es el caso del viento, personificado con nombres propios en función del lugar en el que se hace presente. Este lazo afectivo se ha extendido posteriormente a los tradicionales molinos de viento, ingenios que gozan de gran valoración colectiva. Su catalogación como elementos patrimoniales da buena fe la importancia adquirida.

O el del propio Sol, sin cuyo papel no sería posible la vida en su forma actual. La capacidad humana para aprovechar su potencial a lo largo de su historia, nos ha legado desde templos y santuarios a factorías de salazones, salinas, paseros, secaderos, etc.

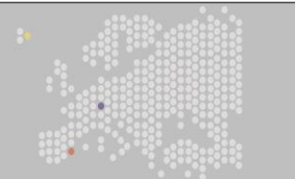
La explotación de otros recursos energéticos renovables como la biomasa, geotermia, hidráulica o mareomotriz, también nos ha legado un valioso muestrario de como el hombre los ha aprovechado en los últimos siglos.

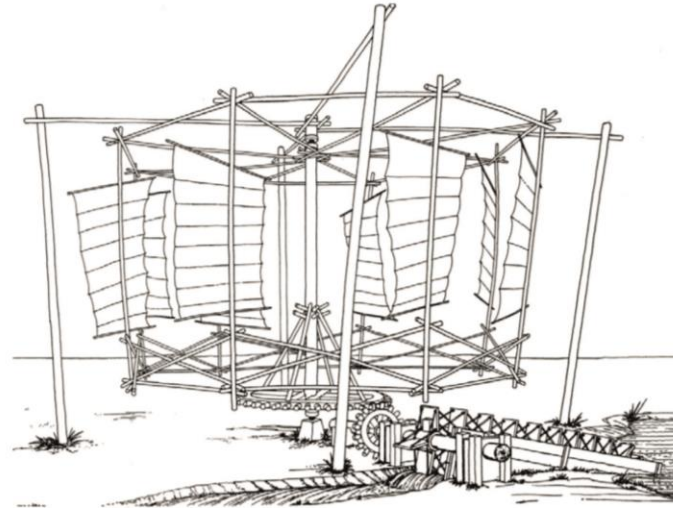
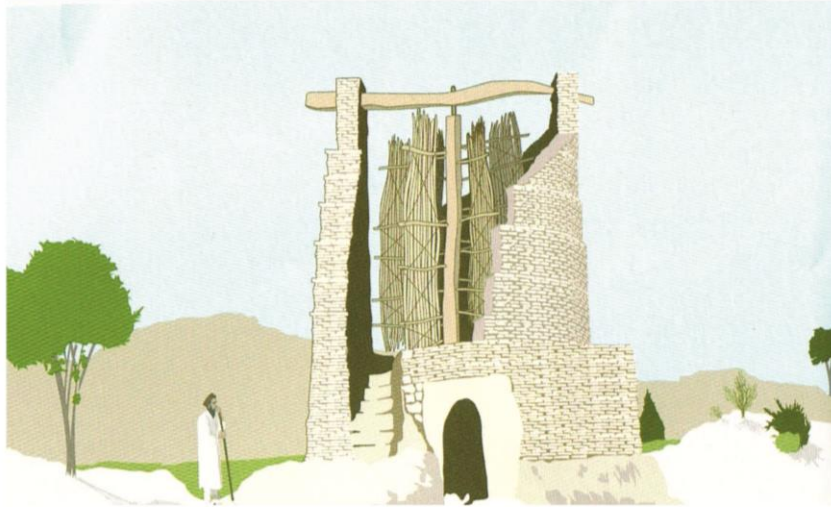
5.1.1. Tras la fuerza del viento.....

Desde antiguo, el hombre ha establecido un vínculo singular y necesario con el viento. Aliado y ocasional enemigo, según su intensidad y oportunidad, el viento ha sido bautizado de forma prolífica allá donde se ha hecho presente. Siroco, Levante, Poniente, Cierzo, Solano, Mistral, Vendaval, Matababras o Tramontana son algunas denominaciones que muestran un fenómeno de personificación sin parangón con otras fuerzas de la naturaleza. Probablemente, la solidez de este proceso de asimilación reside en que el viento aparece estrechamente ligado a cada territorio; dado que sus características están condicionadas, en parte, por la propia fisionomía del lugar (relieve, cubierta vegetal, presencia de pantallas naturales o artificiales, etc.). Esta relación entre el hombre y el viento viene marcada fundamentalmente por una de las principales propiedades del viento, su comportamiento difícilmente previsible. Por ello han sido numerosos los instrumentos ideados, a lo largo de la historia, para tratar de pronosticar o leer su comportamiento. Entre los ingenios más antiguos concebidos para medir las características del viento, en este caso la orientación, destacamos las veletas. Su sencillez y utilidad, han propiciado su proliferación por buena parte del planeta.



Figura 5.1.-
Veletas.





- **Figura 5.2.-** (Arriba izquierda)
Molino de viento de eje vertical, Afganistán año 945.
- **Figura 5.4.-** (Abajo)
Navegación a vela en el puerto de Marsella, año 2004.

- **Figura 5.3.-** (Arriba derecha)
Rueda de viento de eje vertical, China, siglo II a.C.
F.H. King.



Y es que el aprovechamiento que el hombre hace de la fuerza del viento data de épocas remotas. Procede de técnicas muy antiguas y, aunque los egipcios ya navegaban a vela hacia el año 4500 a.c., la tradición oral nos hace creer que en el año 2000 a.c. en China y Persia ya existían molinos de viento. Las ciudades fundadas por Alejandro Magno, concebidas como auténticos oasis en pleno desierto, regaban sus jardines con molinos de viento y otras obras hidráulicas similares a las que encontró a su llegada a Babilonia. Con el tiempo, y la difusión del conocimiento necesario para su implantación, el viento se convirtió entonces en la segunda fuente de energía sólo superada por la combustión de la madera. Los pueblos ribereños del Mediterráneo se volvieron a convertir en los portadores, hacia el resto de Europa, de esta nueva tecnología consistente en grandes molinos de viento de eje horizontal con cuatro aspas. Estos molinos al trabajar frente al viento necesitaban de regulación para orientar la tela y los más antiguos de los que se tiene constancia aparecen en los territorios de los actuales Turquía, Irán y Afganistán.

No obstante, es a partir de los siglos XI y XII, coincidiendo con la revitalización de la economía y la agricultura de Europa, cuando se generaliza por el continente el uso de molinos de viento para elevar de agua y moler de trigo.

El modelo instalado varía según los países, así en Holanda y Bélgica tienen cuatro aspas de lona, en Baleares y Portugal seis mientras que en Grecia tienen doce aspas de lonas. Hacia el siglo XVI una brutal sequía azota el interior de la península ibérica y obliga a la búsqueda de nuevas fuentes de energía, ya que hasta el momento se empleaban molinos impulsados por agua mayoritariamente. Este hecho coincide con el regreso de los últimos cruzados de Tierra Santa y el establecimiento definitivo en la península de la Orden de Malta.

De esta coyuntura se hacen eco las Relaciones Topográficas¹ ordenadas por Felipe II:

“Es tierra falta de aguas,..., que no basta a abastecer la tercia parte del pueblo, ..., hay en esta Sierra de Criptana junto a la villa muchos molinos de viento donde también muelen los vecinos desta villa”.

¹ Esta referencia la encontramos en las Relaciones Topográficas encargadas por Felipe II en 1575, en la respuesta 23 que refiere a Campo de Criptana.



• Isla de Ouessant (Francia)



• Cancale (Francia)



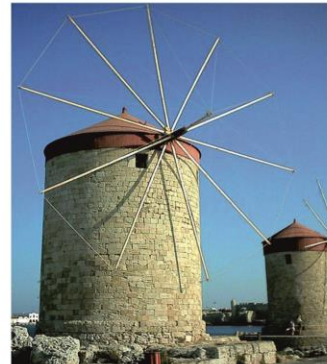
• San Francisco (EEUU)



• Brujas (Bélgica)



• Leśniów Wielki (Polonia)



• Rodas (Grecia)

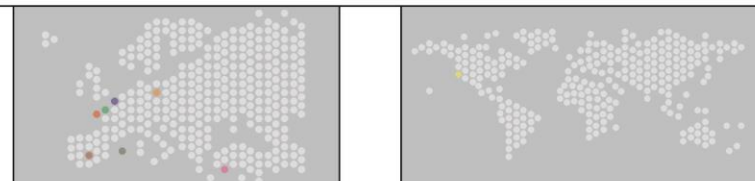


• Campo de Criptana (España)



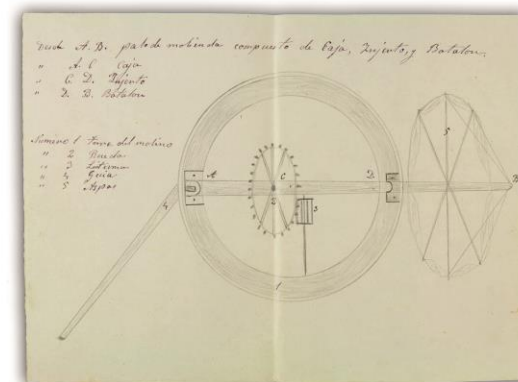
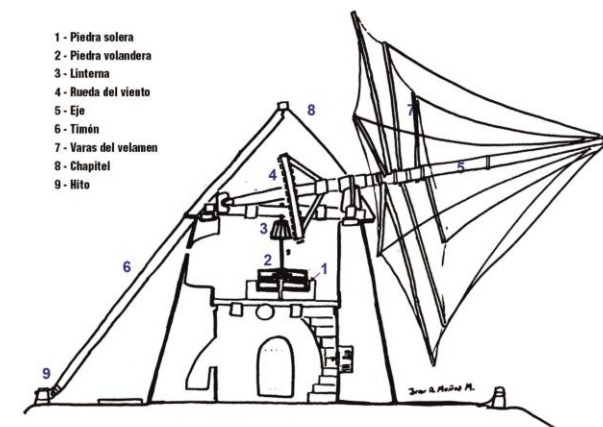
• Lluçmajor, Mallorca (España)

Figura 5.5.-
Diversos molinos de viento tradicionales de eje horizontal.



Sin embargo en Andalucía, existen referencias a la presencia de molinos de viento desde la época de dominación musulmana. Posteriormente está documentada², durante el siglo XVI, la presencia de estos ingenios en Sevilla, Málaga, Cádiz, Gibraltar, Puerto de Santa de María, Lebrija, etc. También abundan los topónimos vinculados a la existencia de molinos en numerosos parajes y poblaciones andaluzas. Entre los molinos de viento que han llegado hasta nuestros días podemos destacar el de Baños de la Encina o los conjuntos del Cabo de Gata-Níjar, El Andévalo y Vejer de la Frontera. Buena parte de los mismos (salvo los de Vejer) son anteriores al Catastro de Ensenada (siglo XVIII) y se empleaban para la molienda de grano. De una forma muy genérica se los puede describir como molinos de viento de eje horizontal con torre circular, que son los más usuales en el sur de Europa. Sin embargo y dentro de esta caracterización podemos advertir, entre los molinos de viento conservados en Andalucía, diferencias tipológicas en lo que respecta al material de apoyo del eje (sobre piedra o madera), mecanismo de impulso (aspas o velas), número de pisos interiores, material de la caperuza (tablas de madera o juncos), etc.

² Como recogen diversos documentos de la época tales como inventarios, contratos, mapas o vistas de ciudades como las realizadas por Ambrogio Brambilla o Anton Van den Wyngaerde.

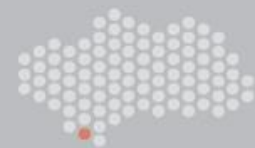


● **Figura 5.6.-** (Arriba). Esquema del Molino del “Collao”, Cabo de Gata-Níjar.
● **Figura 5.7.-** (Abajo). Maquinaria de molino, Vejer de la Frontera.





Figura 5.8.-
Localización molinos de viento de Vejer de la Frontera.



Y es que los molinos del Campo de Níjar constituyen una evolución de los cartageneros, los del Andévalo encuentran semejanza con los del Algarbe y Alentejo portugués y el de Baños de la Encina con los manchegos. Esta diversidad tipológica que encontramos entre los molinos de viento andaluces constituye un valioso activo inédito en otros territorios.

La presencia de estos molinos se ha convertido en una de las principales señas de identidad para aquellas poblaciones que los albergan. La singularidad que aportan a los paisajes en los que se integran, facilitan un alto grado de aceptación social. La mayoría de ellos han sido bautizados por los lugareños con nombres como el del “Santo Cristo” (Baños de la Encina), “Márquez” (Vejer) o del “Collao” (San José).

Algunos incluso, una vez liberados de sus labores tradicionales, han sido rehabilitados y adecuados como espacios expositivos o viviendas. El último eslabón de este proceso de valoración social consiste en su consideración como elementos patrimoniales, mediante figuras como la actual declaración de Bienes de Interés Cultural.



Figura 5.9.-
Conjunto de molinos de viento en
Vejer de la Frontera, La Janda
(Cádiz).





Figura 5.10.-
Molino del Collao, Campo de Níjar
(Almería).



Figura 5.11.-
Molino de El Almendro, El
Andévalo (Huelva).



Recuperando la escena internacional podemos indicar como durante el siglo XVIII comienzan a aparecer en los viñedos de Centro Europa³, originarios de Eslovenia, un modelo de molino de viento con la finalidad de hacer de espantapájaros. Estos artilugios de madera auto-orientables, gracias a su cola de ramas, tienen varios tabloncillos cruzados a modo de aspas cuyo movimiento hace girar a un eje con tablillas de madera de haya que al golpear emiten un sonido que espanta a los pájaros de las uvas. Durante este siglo en otras partes de Europa, especialmente en los Países Bajos, se instalaron miles de molinos con una estructura especialmente concebida para el drenaje de agua. Es por estas fechas (1724), cuando Leopold Jacob diseña y construye el primer molino multipala.

Gracias a los notables avances en metalurgia a finales del siglo XIX se instalaron por todo el mundo numerosos molinos metálicos para bombear agua primero y generar electricidad más tarde, sobre todo en explotaciones agrarias, ranchos y granjas de algunas zonas de Europa, Australia, EE.UU. y Canadá (modelos aún hoy empleados como el Halladay, Aermotor, Dempster etc.).

³ En la península ibérica los encontramos en Portugal y en el País Vasco aunque con distintas dimensiones.



Figura 5.12.-
Molineta de Rodalquilar, Campo
de Níjar (Almería).



No obstante este desarrollo en la explotación del potencial eólico se interrumpe con el auge de la revolución industrial y el empleo de la máquina de vapor. La aparición de la electricidad y los combustibles fósiles, como principales fuentes de energía motriz, constituirán una revolución energética y la base de un modelo energético que ha llegado con algunas evoluciones hasta nuestros días.

En la práctica supuso dejar en un segundo término el aprovechamiento de los recursos energéticos autóctonos y renovables en beneficio de los derivados fósiles. El reducido coste de la energía convencional hizo que se sustituyeran los molinos de viento de extracción de agua. A pesar de esto algunos han permanecido activos hasta nuestro tiempo de forma aislada (en explotaciones agropecuarias dispersas por todo el mundo, ver figura 5.12), o formando importantes conjuntos (como en la meseta de Lassithi⁴ en Creta – Grecia, ver figura 5.13).

⁴ Ubicada en el corazón de Creta, Lassithi se eleva sobre el resto de la isla disponiendo de viento en abundancia dada la proximidad del mar. Al atractivo turístico de albergar una cueva mitológica, la que evitó que Zeus fuera devorado al nacer por su padre Crono, se le une un paisaje conformado por la armonía entre cultivos y los molinos de viento que protagonizan las postales de la región.

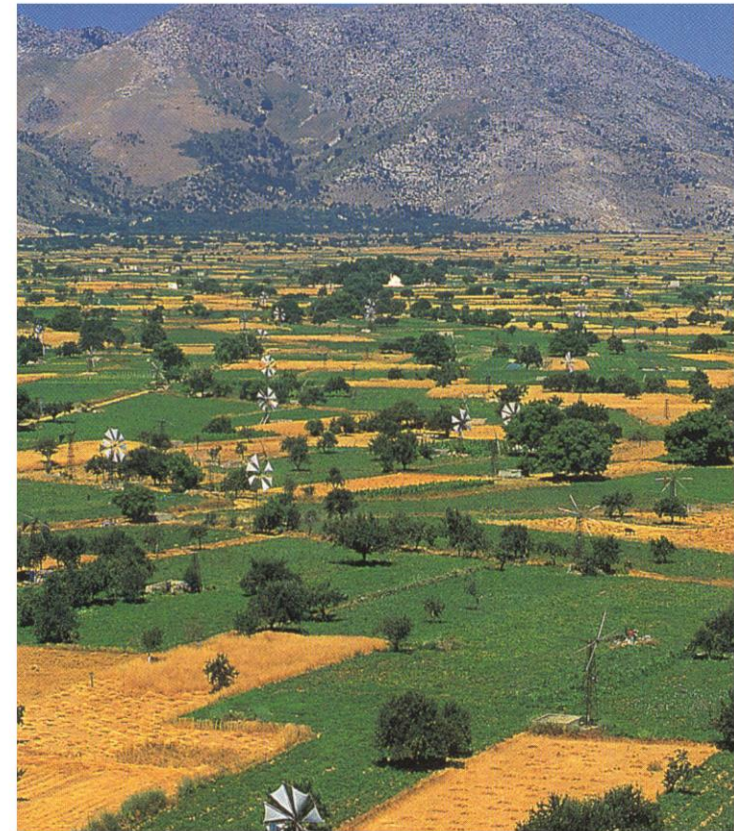


Figura 5.13.-
Vista actual de la meseta de
Lassithi, Creta (Grecia).



5.1.2. Bajo el orden del sol.....

A pesar de que no es objeto del presente estudio profundizar en la influencia directa o indirecta que el sol ejerce sobre las condiciones climatológicas y fenómenos atmosféricos, basta una mirada superficial para aceptar que la vida en la tierra sigue los designios del astro rey. Y es que el sol es la fuente que está presente en el origen de las radiaciones solares, el calor ambiental, las precipitaciones, las corrientes oceánicas, el viento, las olas, etc. El sol es por tanto generador de la mayor parte de los recursos energéticos del planeta, y no sólo los renovables. Incluso los recursos energéticos fósiles tienen su origen en plantas que emplearon, hace millones de años, la energía solar para realizar la fotosíntesis.

Hablamos por tanto del sol como la fuente energética primigenia, a cuyos designios se amoldan la vida vegetal y animal. No es de extrañar que numerosas culturas, desde épocas remotas, hayan otorgado al sol un carácter divino y protagonice creencias y manifestaciones religiosas. Estas han ido dejando huella en forma de templos, santuarios y observatorios, como el de Stonehenge, levantado en torno al año 2000 a.de C. en Inglaterra, o los que encontramos en el antiguo Egipto, la América precolombina, etc.

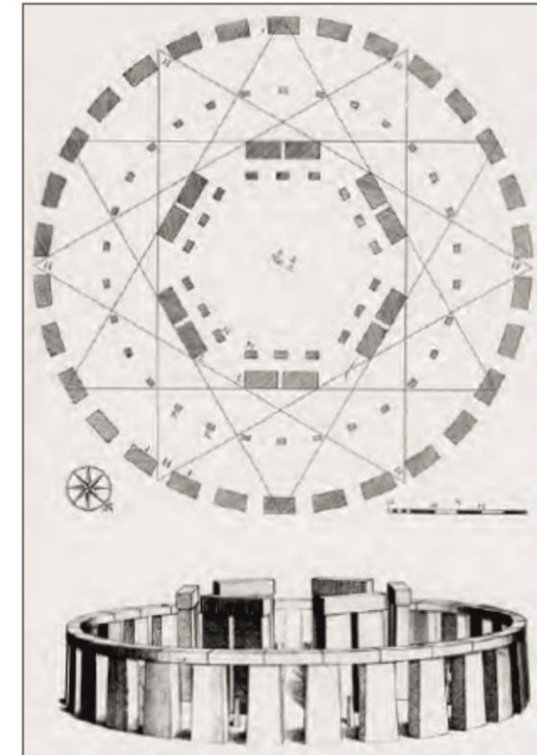
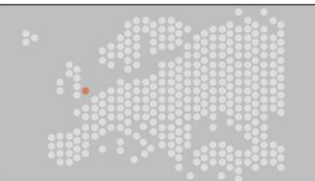


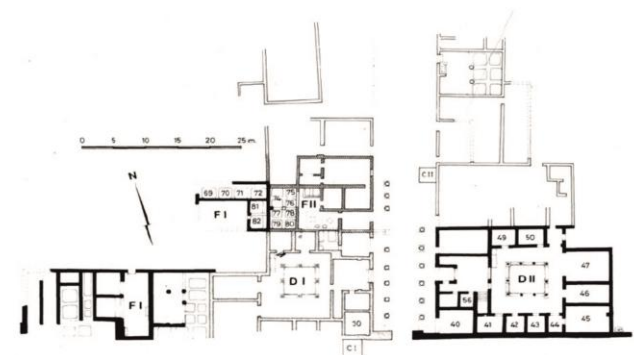
Figura 5.14.-
Plano y levantamiento idealizado
de Stonehenge, Inglaterra,
realizado por Inigo Jones, 1655.



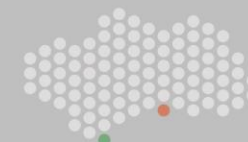
La acción del sol aporta, por sí sola, buena parte de las claves que explican el devenir de la relación del hombre con el medio a lo largo de la historia. Podemos constatar como numerosos asentamientos humanos, de todas las épocas, han seguido una lógica de implantación territorial que ha tomado como referencia el soleamiento. Sin embargo y al objeto de acotar nuestro análisis, nos centraremos en rastrear las huellas de aquellos usos tradicionales que han supuesto un aprovechamiento directo de la radiación solar en nuestro entorno geográfico.

Algunos de estos vestigios se remontan a antiguas técnicas de conservación de alimentos, presumiblemente traídas al mediterráneo occidental por los pueblos orientales, como la salazón, el ahumado y el secado⁵. De esta forma el litoral andaluz albergó numerosas factorías, algunas de las cuales se han conservado hasta nuestros días, que preparaban conservas de pescado y transformaban sus derivados (como las salsas a base de vísceras revueltas en salmuera que se dejaban secar en depósitos expuestos al sol durante varias semanas para su fermentación).

⁵ PÉREZ CANO, María Teresa, *Aprendiendo del pasado. Patrimonio racional. Energías renovables: paisaje y territorio andaluz*. Grupo de Estudios TEXTURA, Sevilla, 2010, pp. 60.



● **Figura 5.15.-** (Arriba).
Factoría de salazones, de origen fenicio, “El Majuelo”, Almuñécar.
● **Figura 5.16.-** (Abajo).
Plano de la factoría de salazón de Baelo-Claudia, Tarifa.



Estas técnicas de conservación de alimentos serían inconcebibles sin la presencia de otro elemento fundamental en la vida del hombre: la sal. Uno de los principales sistemas empleados para obtener la sal, y cuyo germen se pierde en el tiempo, es la evaporación del agua salada. Este proceso puede valerse de la acción solar y se desarrolla en las salinas, entre las que distinguimos las de litoral o costeras y las de interior o terrestres.

En Andalucía existen salinas tanto costeras como terrestres, algunas mantienen su actividad en la actualidad. Las salinas costeras salpican un litoral andaluz en el que el paisaje salinero es uno de los más representativos. Por su parte las salinas de interior, más numerosas que las de litoral, se aprovechan de la abundante presencia de sustratos ricos en sal en la constitución geológica de Andalucía⁶. La implantación territorial de las salinas precisa un moldeado del terreno del que resulta una belleza notable. Se entrelazan la morfología irregular propia de lo natural con unas trazas regulares dispuestas por el hombre para optimizar los recursos de la salina mediante su exposición al sol.

⁶ RUIZ JIMÉNEZ, Ana, *Las salinas de la Malaha*. Universidad de Granada, Granada, 2010, pp. 10.

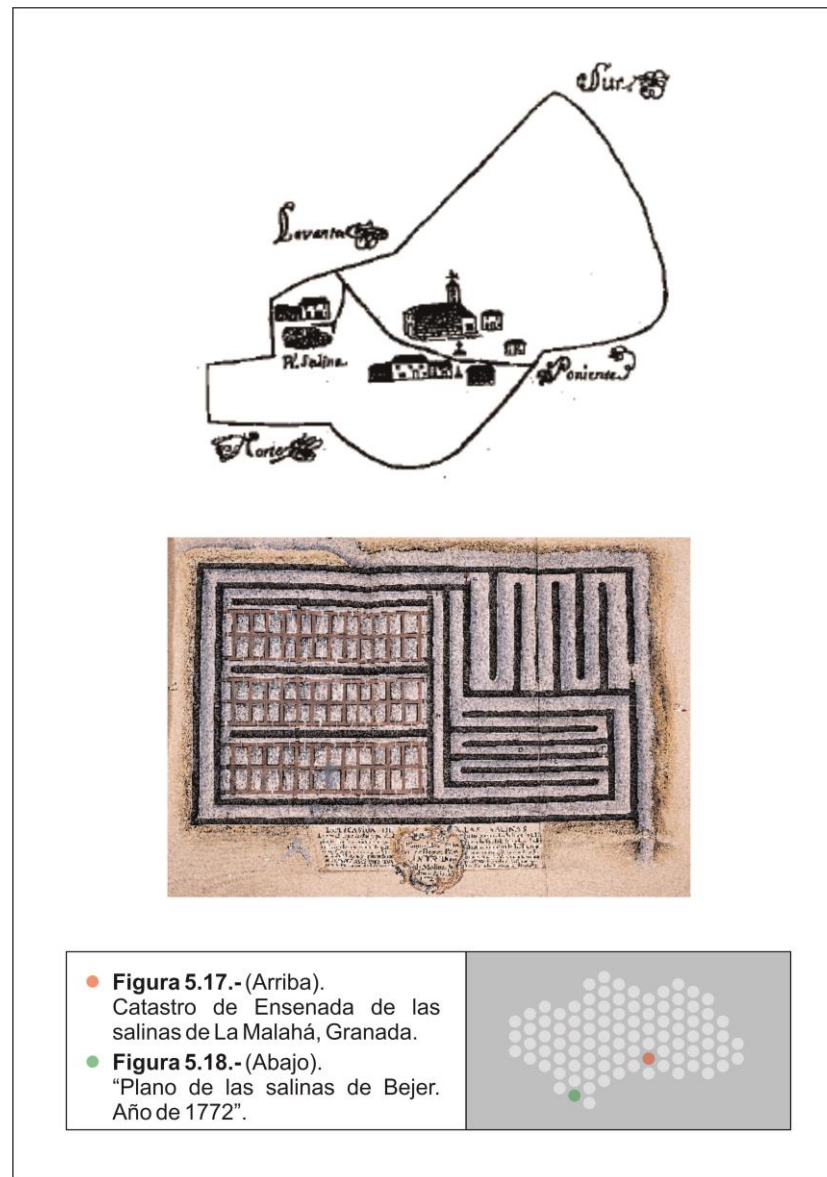
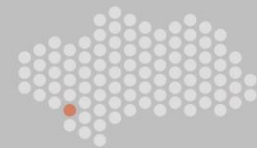




Figura 5.19.-
Arriba, plano histórico de la Salina de San Isidro, Almonte.
Abajo, fotografía aérea con el estado actual.



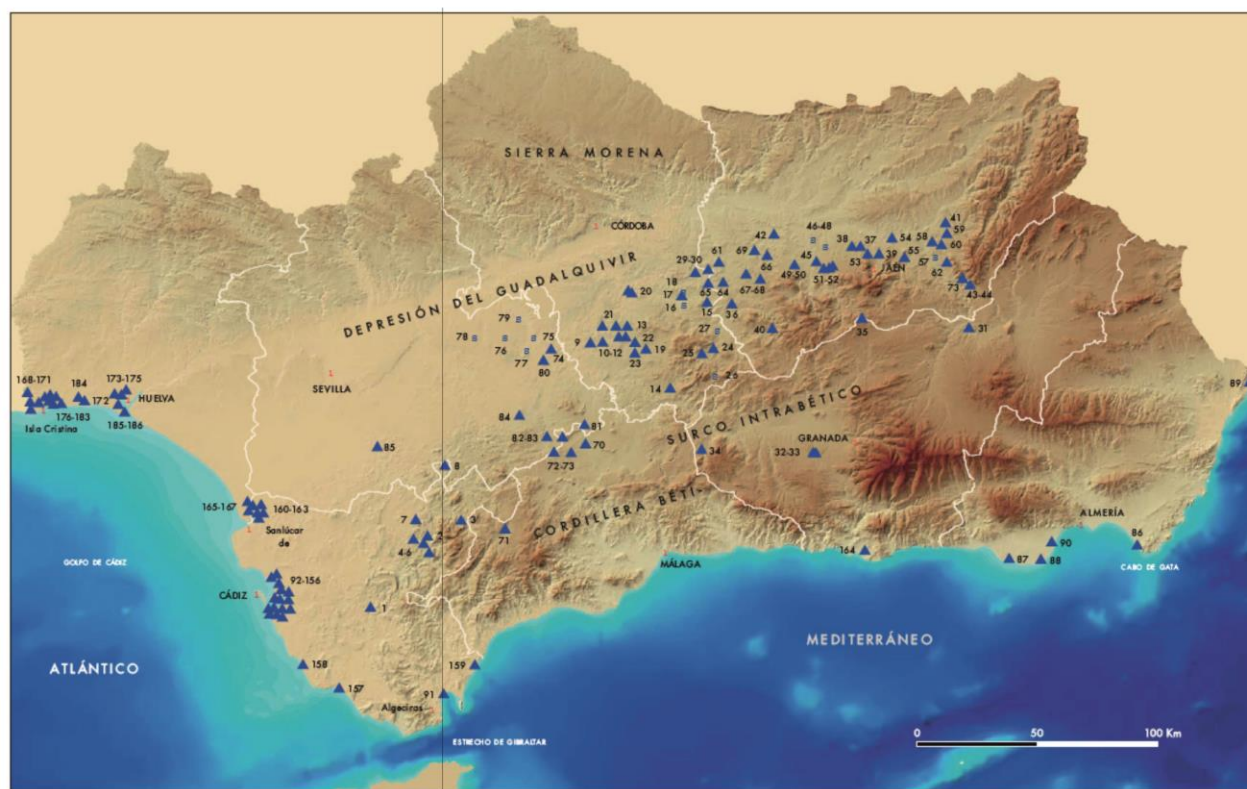


Figura 5.20.-

Distribución de las salinas de Andalucía, buena parte de las mismas se encuentran sin actividad o desaparecidas.



La importancia de las salinas trasciende de su proyección territorial debido a la concurrencia de notables valores arquitectónicos, culturales y etnográficos. Y es que además del moldeado del terreno, al que antes hacíamos alusión, la funcionalidad de las salinas precisaba la construcción de una serie de edificaciones y obras de infraestructuras. Hablamos de viviendas, estancias de trabajadores, cuadras, pajares, almacenes, patios a veces, aljibes, piezas complementarias, alfólies, toldos, etc. Estos elementos pueden estar presentes o no, en función de la tipología concreta de la construcción salinera⁷. Lamentablemente buena parte de este legado patrimonial salinero ha ido desapareciendo y es precisa una intervención urgente para preservarlo.

Aún más compleja resulta la preservación del acervo cultural y etnográfico vinculado a la actividad salinera como los oficios artesanales (acarreador, vaciador, maestro, sota, etc.), herramientas, léxico, etc. La importancia histórica de esta actividad la ha hecho objeto de la mirada y reflexión de escritores y artistas, expresiones folclóricas, etc.,

⁷ OLMEDO GRANADOS, Fernando, *Otras construcciones de la sal*. Salinas de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 2004, pp. 68.

Pero el sol también se viene usando desde antiguo, hasta su sustitución por hornos, para una elaboración muy básica de ladrillos, recipientes y otros materiales a base de arcilla. Este proceso dio origen a la posterior consolidación de un uso muy generalizado, en Andalucía, en el empleo de materiales cerámicos como base de la construcción de los edificios. Unos edificios que tradicionalmente fueron levantados con huecos en fachada distribuidos para adaptarlos al régimen solar, cuyos colores se blanquearon para minimizar la ganancia térmica durante los largos días del verano, con patios abiertos que contribuyen a la dispersión del calor y a la ventilación natural, etc.

Otro producto en el que la acción solar resultó esencial para su manufactura es el tabaco. Traído desde América a Andalucía por los primeros descubridores del continente, la rápida extensión del hábito de fumar propició la construcción en Sevilla, a principios del siglo XVII, de las primeras industrias manufactureras de tabaco de Europa. *De hecho, uno de los beneficios primitivos en la Fábrica de Sevilla era el de entresuelos que consistía en secar los tabacos al sol*⁸.

⁸ GÁLVEZ MUÑOZ, Lina, *La mecanización en la fábrica de tabacos de Sevilla bajo la gestión de la compañía arrendataria de tabacos (1887-1945)*. Fundación Empresa Pública, Madrid, 1997, pp. 53.

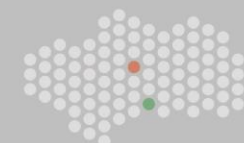
El hombre también ha descubierto otras aplicaciones derivadas de la exposición de los alimentos al sol. En la Axarquía tras la vendimia, desde tiempos que se remontan a la época islámica, la uva se expone al sol en paseros durante dos semanas hasta alcanzar la concentración de azúcares deseadas. Este cultivo, que debería ser preservado mediante acciones eficaces, destaca por su importancia ecológica al preservar de la erosión y los incendios el territorio⁹. De forma similar se procede en el marco de Montilla-Moriles, si bien aquí el método consiste en extender la uva recolectada sobre capachos de esparto expuestos al sol. También podríamos citar el Moscatel de Chipiona o la Tintilla de Rota en el marco de Jerez, como muestras de una tradición de asoleo de las vendimias extendida por toda Andalucía.

Y cuantos otros ejemplos dejaremos de citar en un territorio como Andalucía, tan marcado por la abundancia de radiación solar, para no desviarnos en exceso del objeto del presente estudio. Algunos por cotidianos y elementales, como el secado de la ropa al sol, podrían pasar desapercibidos y no ser reconocidos por su importante aportación energética.

⁹ Caracterización y conservación del recurso fitogenético vid silvestre en Andalucía, Fundación Andaluza del Alcornoque y el Corcho, Granada, 2007, pp. 27.



● **Figura 5.21.-** (Arriba).
Soleo de la uva en redores de esparto.
● **Figura 5.22.-** (Abajo).
Paseros de la Axarquía.



5.1.3. Aprovechando otros recursos naturales.....

Una vez revisados los antecedentes de la explotación de los recursos energéticos procedentes del viento y el sol, que conforman el núcleo de la presente investigación, repasaremos los orígenes del aprovechamiento de otros recursos renovables como la biomasa vegetal, el calor de la tierra, las corrientes de los ríos, la fuerza de las mareas, etc.

La **biomasa** está indefectiblemente vinculada al descubrimiento probablemente más decisivo de la historia de la humanidad: el dominio del fuego. Mediante la madera el hombre accede a la primera fuente de energía que está bajo su control. Con el fuego, nuestros antepasados aprendieron a calentar e iluminar sus refugios, a cocinar los alimentos, a defenderse de las alimañas y con el tiempo desarrollaron técnicas cerámicas y metalúrgicas empleadas para la fabricación de utensilios y herramientas. Estamos ante algunos de los primeros factores de progreso que conducen hacia la revolución agrícola y en consecuencia a la transición de la vida nómada recolectora hacia la vida sedentaria y urbana¹⁰.

¹⁰ HORNEDO ROCHA, Braulio M. E., *El mito del progreso. Del orden inteligible en el caos del universo contingente*. CIDHEM, Cuernavaca, 2008, pp. 29.

Con la aparición de las primeras ciudades se cambia la relación del hombre con su entorno. El territorio que rodea las poblaciones pasa a ser explotado, en un principio, con una intensidad suficiente que permita el abastecimiento de las necesidades de sus habitantes. Posteriormente y partir de la consolidación de la práctica del comercio la intensidad de la explotación irá aumentando. El suministro de madera se convierte en una de las demandas básicas y su escasez, a partir de los primeros episodios de desertificación por causas antrópicas, comienza a provocar el declinar de algunas naciones. Platón y Aristóteles comienzan a estudiar tanto los límites demográficos de las ciudades como el papel del territorio que las acoge, como instrumento que provee de alimentos y materias primas¹¹.

No obstante la madera y sus derivados no son los únicos referentes en el empleo de la biomasa a lo largo de la historia. Entre otros muchos podemos destacar como las grasas animales y los aceites vegetales, de oliva fundamentalmente, alimentaron durante siglos las lámparas de iluminación de hogares y poblaciones.

¹¹ GOYCOOLEA PRADO, Roberto, *Organización social y estructura urbana en las ciudades ideales de Platón y Aristóteles*. A Parte Rei, 2005, pp. 11.

Y es que la búsqueda y obtención del calor necesario para mejorar el hábitat del hogar ha sido una constante durante el devenir de los pueblos, especialmente en los climas fríos y templados. La energía **geotérmica** se origina en el núcleo del planeta y genera un calor, además de las ocasionales erupciones volcánicas y movimientos sísmicos, que ha sabido ser aprovechado por el hombre. La inercia térmica del centro de la tierra explica que la temperatura ambiente, excavando unos pocos metros, sea más alta que en invierno y más baja que en verano en un clima como el nuestro.

Al abrigo de estas favorables condiciones térmicas, el hombre prehistórico buscó refugio en cuevas y cavernas de las que existen numerosos vestigios desde el Paleolítico andaluz¹². Portadoras del conocimiento que llevó a ocupar estos incipientes hogares las casas-cueva, que aún se habitan en la actualidad, disponen de una temperatura estable a lo largo de todo el año. Podemos destacar la concentración de estas construcciones en Granada (Guadix, Purullena, Sacromonte, Huéscar, Baza, Galera, Cuevas del Campo, Freila etc.) y la presencia en Almería (Cuevas del Almanzora), Cádiz (Setenil de las Bodegas), Córdoba (Iznajar), Jaén (Hinojares), etc.

¹² CUENCA TORIBIO, José Manuel, *Historia General de Andalucía*, Editorial Almuzara, Córdoba, 2005, pp. 26-52.



Figura 5.23.-
Esquema de una de las tipologías existentes de las casas-cueva de Granada.

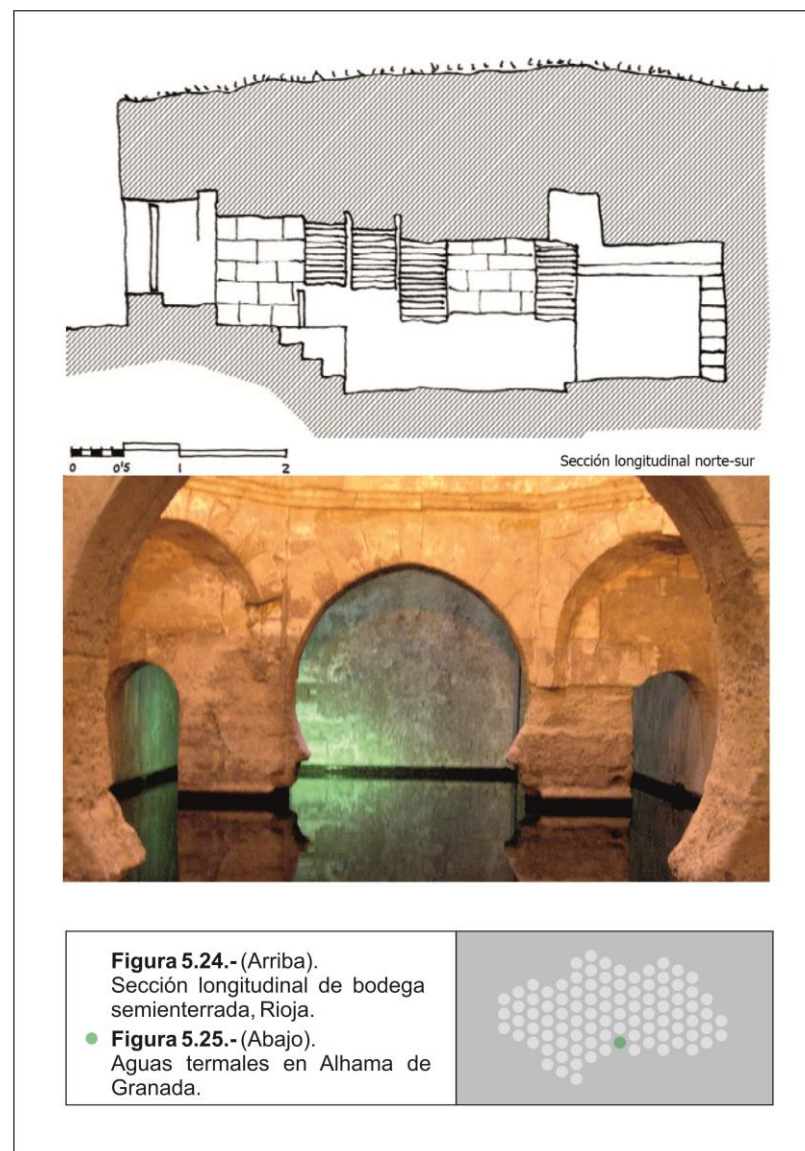


Pero las construcciones enterradas o semienterradas pronto se desvelaron como el espacio ideal para el curado de alimentos (quesos, embutidos, etc.) y la crianza del vino. Las bodegas ubicadas en cuevas y cavernas, mantienen unas condiciones naturales de temperatura, humedad, ventilación e iluminación que incluso las nuevas tecnologías no han sido capaces de mejorar¹³.

Y no podemos pasar por alto otras de las manifestaciones del calor del núcleo terrestre que ha sido aprovechada por el hombre: las aguas termales. Incluso sobre algunas fuentes fueron levantar santuarios, siguiendo la práctica habitual de sacralización de las aguas termales en el mundo antiguo¹⁴, y se adjudicaron propiedades curativas a las aguas que emanaban. En época romana florecieron balnearios, e incluso ciudades balnearios, vinculadas a las fuentes termales. Este tipo de manantiales fueron muy apreciados por la cultura árabe por lo que abundaron en la península durante el periodo de Al Ándalus.

¹³ MORENO ESCORZA, Javier, *La bodega: modelo de arquitectura sostenible*. Master Arquitectura, Energía i Medi Ambient, Barcelona, 2008. pp. 98.

¹⁴ DIEZ DE VELASCO, Francisco, *La sacralización del agua termal en la Península Ibérica y el norte de África en el mundo antiguo*, Revista de Ciencias de las Religiones, Madrid, 1998, pp 180.



El agua, dadas las condiciones climáticas, siempre ha estado siempre muy presente en la dinámica económica y cultural de Andalucía. La fuerza de la corriente de arroyos y ríos constituye una fuente de energía **hidráulica** cuyo empleo está ampliamente distribuido por la geografía andaluza. La tecnología hidráulica, al igual que ocurrió con otros tantos avances, llegó al occidente europeo a través de los pueblos del Mediterráneo. A partir de la intensificación de la producción agrícola, puesta en marcha por la dominación romana, comienza a extenderse el empleo de ingenios hidráulicos por el territorio andaluz. En su mayoría se trataba de molinos de agua destinados a la molturación de cereales para la obtención de harina. Posteriormente los árabes potenciaron las obras hidráulicas, gracias a la preocupación de la sociedad de Al-Andalus por una distribución justa de la riqueza que el agua genera¹⁵, contribuyendo a la creación de un paisaje andalusí del agua que se transmitió con posterioridad a los cristianos. Hablamos de un paisaje de gran calidad y complejidad, que ha ocupado decenas de trabajos de gran valía y sobre el que no nos vamos a extender, repleto de acequias, albercas, molinos, norias, ruedas hidráulicas, fuentes, etc.

¹⁵ VIDAL CASTRO, Francisco, *Paisajes del agua en Al-Andalus*. Paisaje y Naturaleza en Al-Andalus. Fundación El Legado Andalusi, Granada, 2004. pp. 145.

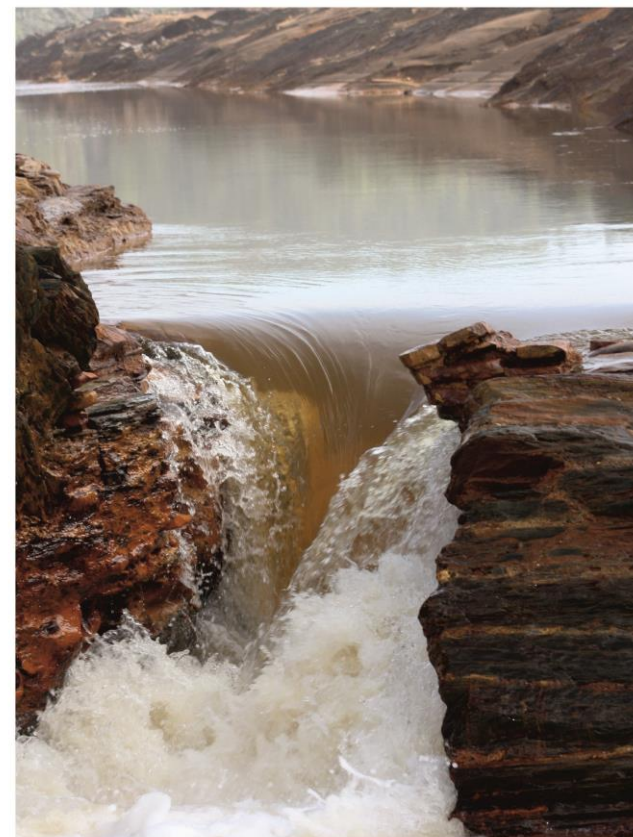
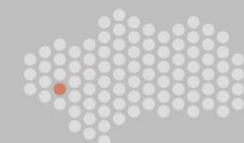
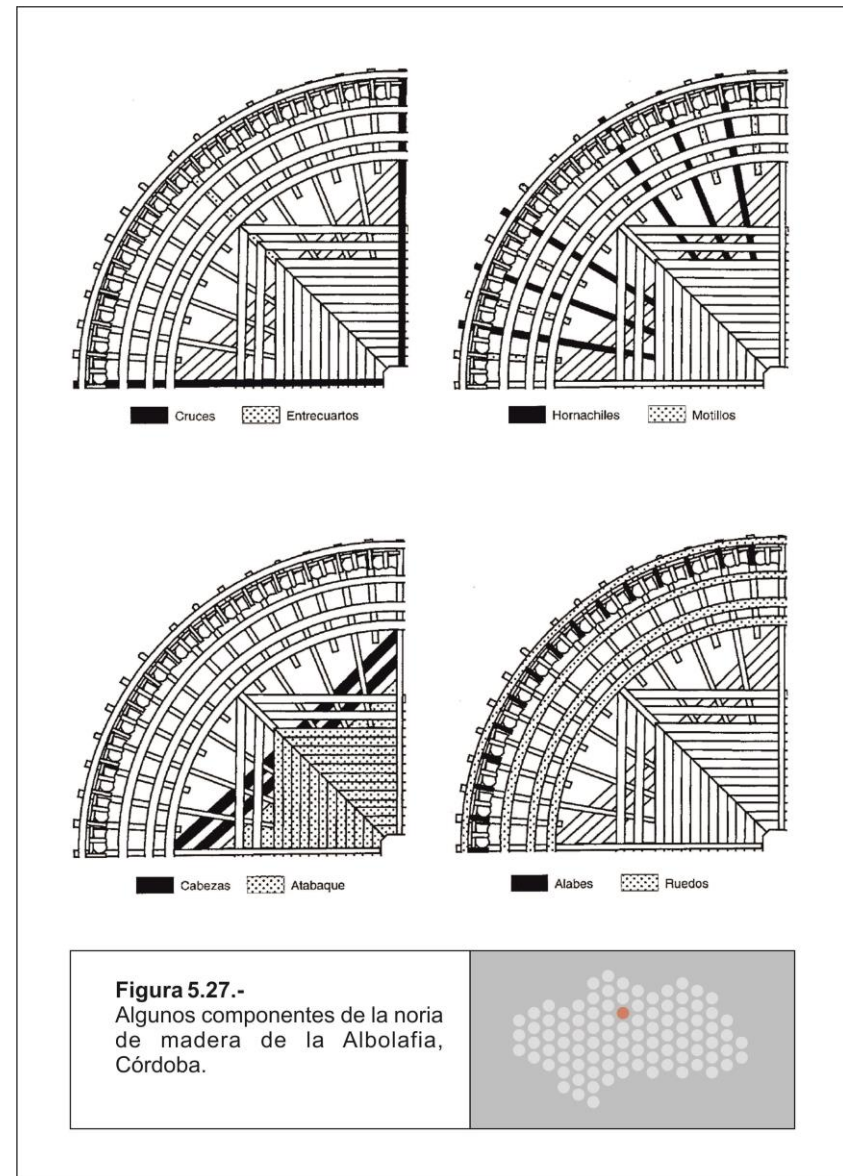


Figura 5.26.-
Río Tinto, La Palma del Condado
(Huelva).



El efecto de la transmisión del conocimiento entre culturas, que permitió construir y enriquecer estos ingenios a lo largo de la historia, tiene su mejor exponente en el conjunto de molinos del río Guadalquivir a su paso por Córdoba. Así podemos destacar la imponente presencia del molino de la Albolafia, de origen romano pero con rueda hidráulica levantada en tiempos del Califato. Molino de la Albolafia que se une al de San Antonio, de En Medio y de Pápalo por la azuda árabe de Culeb. Mientras que la azuda de la Alhadra une los molinos de la Alegría, San Rafael y San Lorenzo. También podemos referir los de López García y Carbonell, aguas arriba el de Martos, y aguas abajo el Casillas¹⁶.

En Córdoba podemos distinguir igualmente las distintas tipologías de molino que encontramos actualmente, en su momento fueron muchas más como el de barcas, distribuidas por el resto de Andalucía: el más escaso es el de rueda vertical o aceña (como el Molino de la Albolafia anteriormente citado y de cuya noria adjuntamos un detalle, ver figura 5.27), el de regolfo (como el Molino de la Alegría también citado con anterioridad) y el de cubo o de vaso (también conocido como de rodezno horizontal y que es el más abundante).



¹⁶ (PÉREZ CANO, María Teresa, 2010, pp. 64).

La adaptación a las condiciones naturales de cada ribera, al objeto de optimizar el aprovechamiento hidráulico, es lo que ha llevado a seleccionar tanto el enclave concreto (condicionado en especial por el relieve y el caudal de agua disponible) como la tecnología más apropiada. A partir de estos factores, en Andalucía, podemos encontrar distintas tipologías de molino¹⁷:

- Molino de rueda vertical o aceña, ubicado en zonas llanas de ríos caudalosos. Emplean ruedas hidráulicas verticales de gran diámetro, un engranaje de linterna y una piedra corredera (ver figura 5.27).
- Molino de regolfo, funcionan con mucho caudal y poca pendiente. Emplean pequeñas ruedas hidráulicas horizontales ubicadas en un cubo cilíndrico apoyado en dados, eje y piedra corredera (ver figura 5.28).
- Molino de cubo o de vaso, funcionan con poco caudal y desnivel. Precisan de azud para la captación, acequia con descargadero para la conducción, tajea, cubo, saetín y sistema mecánico en el que destaca el rodezno, el eje y la piedra corredera (ver figura 5.29).

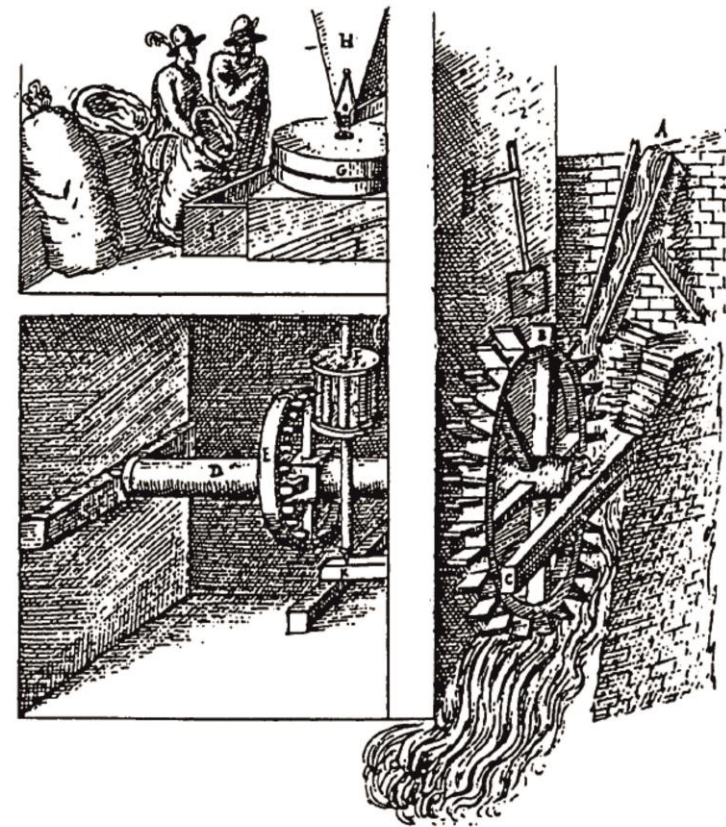


Figura 5.28.-
Sección constructiva y funcional
de un molino de rueda vertical,
siglo XVI.

¹⁷ GARRIDO ARANDA, José Miguel, *Molinos de Andalucía*. III Jornadas Nacionales de Molinología: de la tradición al futuro, Murcia, 2002.

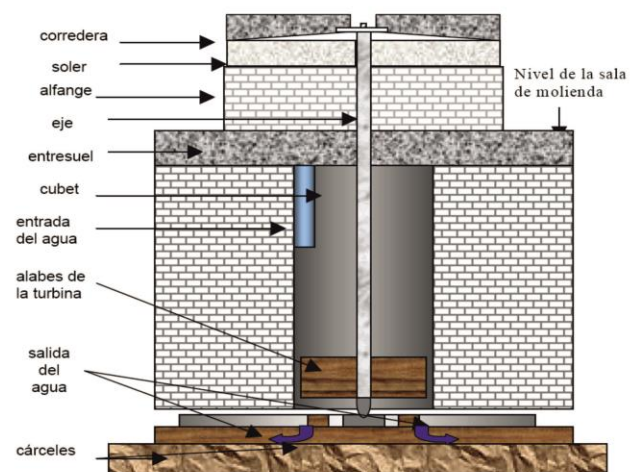


Figura 5.29.-
Esquemas funcionales de
molinos de regolfo.

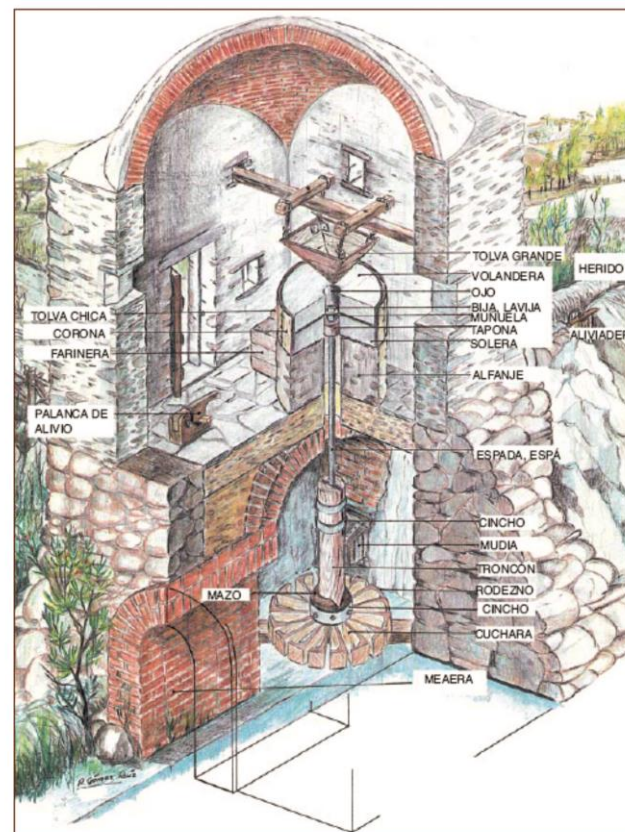
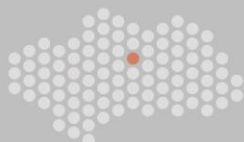


Figura 5.30.-
Sección de un molino de cubo, río
Odiel (Huelva).



Hemos analizado como la selección de la tecnología más apropiada se realizaba a partir de los condicionantes naturales del enclave, en una nueva muestra del armónico acople entre la explotación de las energías renovables y su emplazamiento. Esta constatación nos permite hacer una lectura en clave territorial de la distribución de los puntos de aprovechamiento de la energía hidráulica por la geografía andaluza. Y es que la adaptación de la tecnología molinar a las condiciones de cada lugar, aportando soluciones funcionales para optimizar el recurso disponible, y la cultura del agua existente en Andalucía, transmitida entre diferentes culturas, jalonó de ingenios buena parte de los cauces y riberas presentes en las comarcas andaluzas.

Esta presencia es especialmente contundente en valles y áreas serranas como la de Grazalema y el río Odiel, de la que podemos observar alguna muestra en las figuras adjuntas 5.30 y 5.31, Parque de Los Alcornocales, Sierra de Aracena, río Tinto, Sierra y Valle de Los Pedroches, Valle del Guadalquivir, Serranía de Ronda, Valles del río Genal y del río Guadiaro, Sierra Norte de Sevilla, Comarca de Los Alcores, Sierra de Segura, estribaciones de Sierra Mágina, Valle del Andarax, Comarca de los Velez, Comarca de Guadix, Valle de Lecrín, etc.

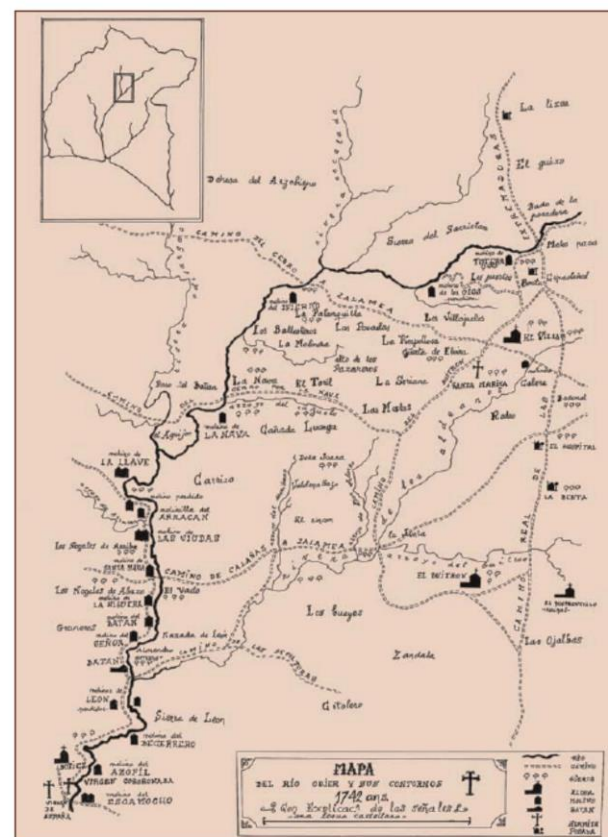


Figura 5.31.- Localización, a partir de un mapa de 1742, de molinos en el cauce alto del río Odiel (Huelva).



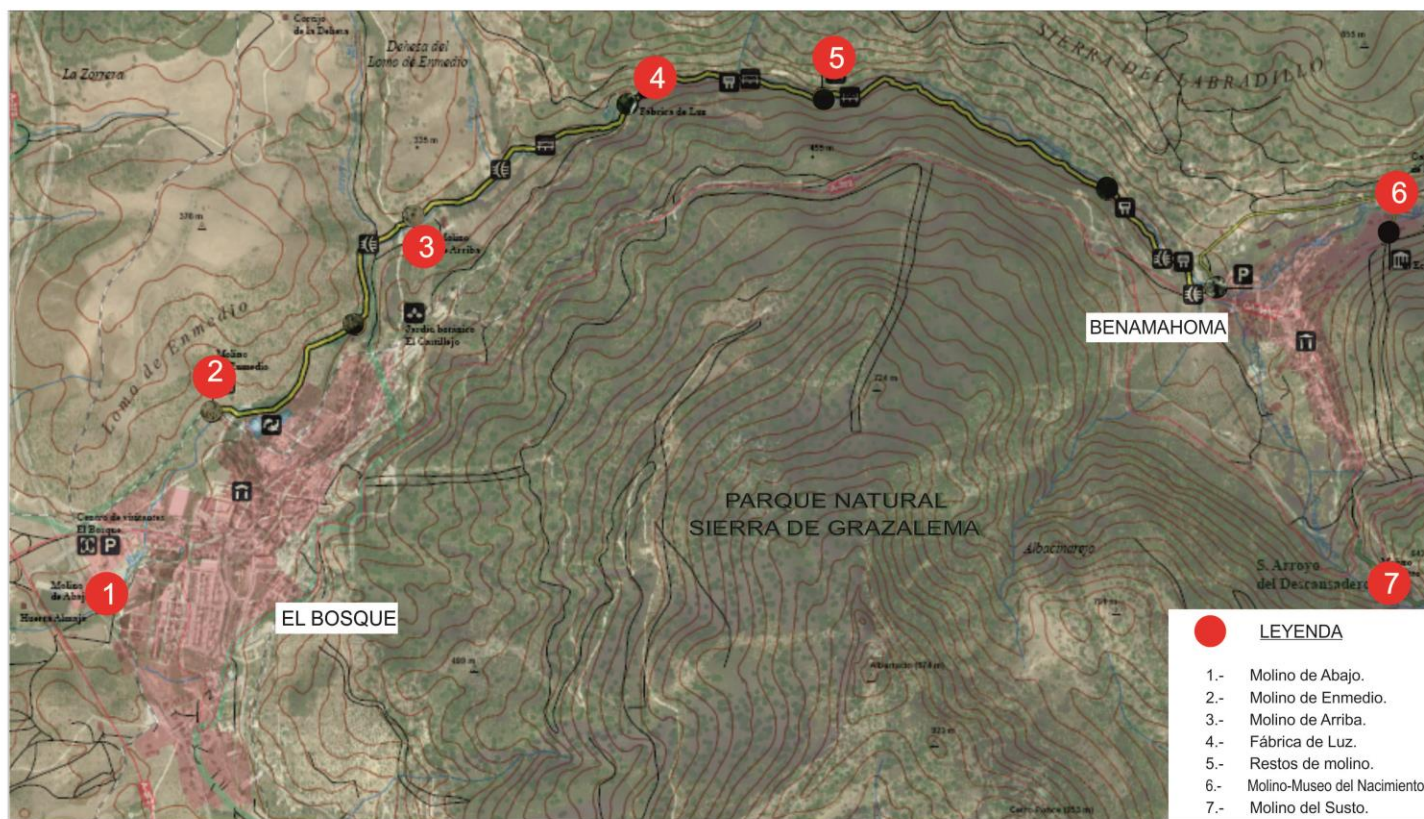
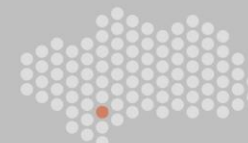


Figura 5.32.-

Molinos del río Majaceite en el Parque Natural de la Sierra de Grazelema, entre Benamahoma y El Bosque (Cádiz).



En tramos urbanos podemos destacar la presencia, anteriormente referida, de molinos junto al Guadalquivir en Córdoba o en Alcalá de Guadaira (Sevilla). En ambos enclaves encontramos tipologías diversas con vestigios que se remontan, en algunos casos, a la dominación romana. Tanto en Córdoba como en Alcalá buena parte de su desarrollo se materializa en la época de Al-Andalus. En Alcalá de Guadaira aparecen referencias escritas a los molinos en el repartimiento del siglo XIII¹⁸, donde se citan hasta 20 molinos, que sostenían una pujante industria harinera y panadera. Incluso algunos de los molinos que se han preservado hasta nuestros días conservan una toponimia inequívocamente andalusí, como el de Benarosa (Banu Arusa), que nos permite asignarles una existencia anterior a la conquista castellana¹⁹. En el repartimiento queda de manifiesto la importancia económica asignada a estos ingenios que fueron ambicionados por colonos, órdenes militares y otros conquistadores. Posteriormente, en el siglo XVI, se llegaron a contabilizar hasta 40 molinos harineros junto al río Guadaira a su paso por Alcalá.

En Andalucía, hasta el siglo XIX, la molienda hidráulica siguió constituyendo una actividad floreciente en la Andalucía preindustrial. La conservación de los molinos a lo largo de los siglos, muestra una eficiencia funcional que sólo fue posible gracias a la constante transformación de sus elementos para incorporar las mejoras tecnológicas de cada momento. Por ejemplo las norias de madera andalusíes contaban con numerosos listones de madera para unir el eje y la corona. Sin embargo durante los siglos XV y XVI las norias fluviales, continúan siendo de madera pero siguen un esquema más parecido a los de la época romana (con más radios). Finalmente, durante el siglo XIX, las norias fluviales fueron construidas con hierro y en las existentes se procedió a la sustitución de madera por metal²⁰.

La huella de los molinos trasciende a su carácter material, y alcanza un importante valor antropológico y lingüístico que ha sido ampliamente recogido en la toponimia de los pueblos y comarcas de Andalucía.

¹⁸ GONZÁLEZ JIMÉNEZ, Manuel, “*Repartimientos andaluces del siglo XIII. Perspectivas de conjunto y problemas*”, Historia, instituciones, Documentos, Sevilla, 1987, pp 103-121.

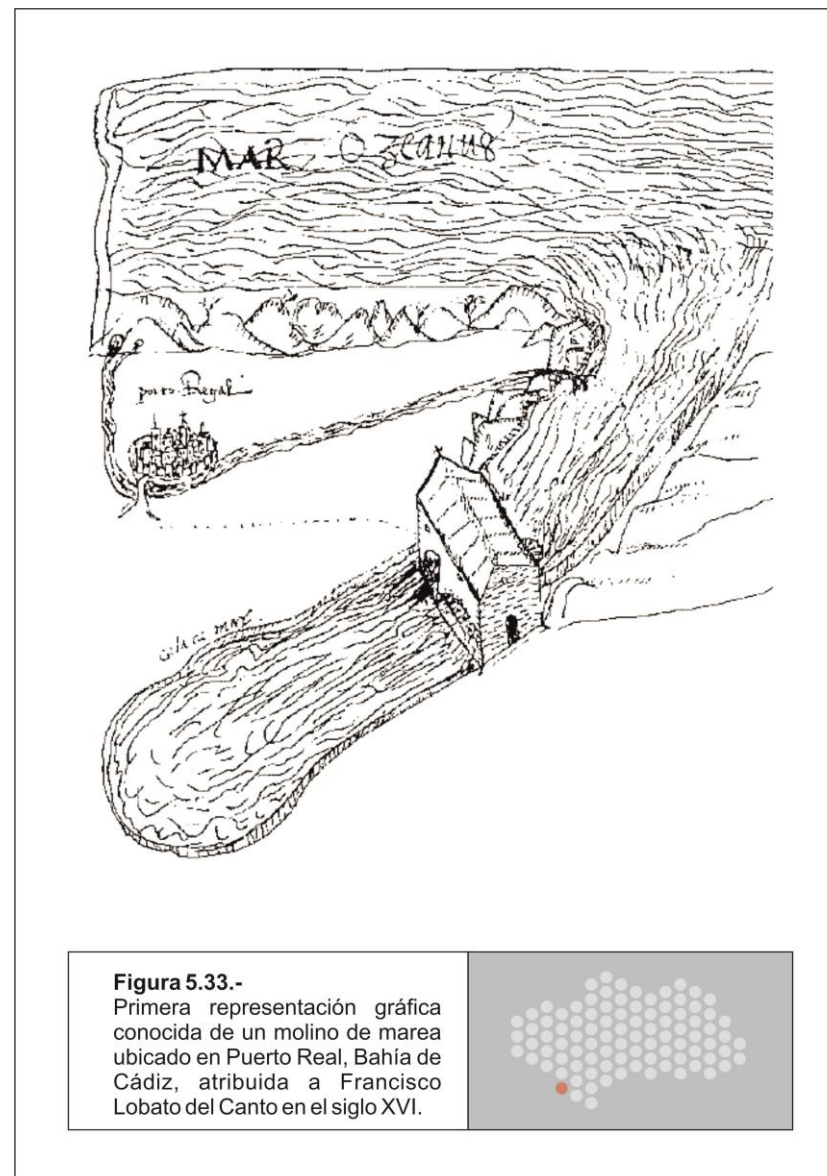
¹⁹ VALENCIA RODRÍGUEZ, Rafael, “*Alcalá de Guadaira en la Alta Edad Media: la Historia de Qalat Chabir*”, Jornadas de Historia de Alcalá de Guadaira, Alcalá de Guadaira, 1987.

²⁰ CÓRDOBA DE LA LLAVE, Ricardo, Tecnologías de las norias fluviales de tradición islámica en la provincia de Córdoba. II Coloquio Historia y Medio Físico. Agricultura y regadío en Al-Andalus, Almería, 1996. pp. 301 -302.

Otro de los recursos energéticos renovables existentes en Andalucía, consiste en aprovechar las subidas y bajadas periódicas del nivel del mar. La fuerza de las mareas, o energía **mareomotriz**, constituye una fuente energética cuyo empleo estuvo ampliamente distribuido por la fachada litoral atlántica andaluza.

Algunos²¹ se atreven a referir que las primeras noticias de molinos de mareas proceden de la Abadía de Nendrum, Irlanda del Norte, allá por el siglo VII. Por su parte, las primeras referencias a molinos de mar en la península Ibérica se remontan a la abadía asturiana de Valdediós, año 1245, y a la abadía cántabra de Puerto, año 1047. En Andalucía tenemos constancia de esta actividad, en el Golfo de Cádiz, al menos desde el siglo XV. Uno de los primeros grabados, sobre un molino mareal en Puerto Real, se remonta al siglo XVI (ver figura 5.32). Y es que tanto en la Bahía de Cádiz como en el litoral onubense se dan las circunstancias propicias, debido a la presencia de marismas, ríos, caños, esteros, corrales, etc., para el aprovechamiento de este recurso basado en la diferencia del nivel del mar entre la pleamar y la bajamar.

²¹ AZURMENDI, Luis, “*Molinos de marea*”, Fabrikart, Universidad del Paisa Vasco, 2005, pp 79.

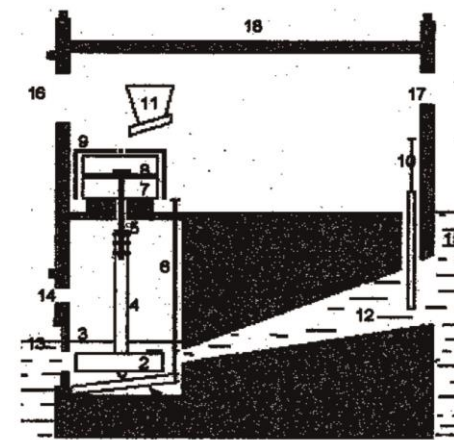


Existen distintos tipos de molinos de mar dependiendo de su adaptación al entorno y de la tecnología empleada, consecuencia de la evolución de la rueda hidráulica y mecanismos de transmisión. Una clasificación de los molinos mareales puede hacerse atendiendo al tipo de rueda motriz²²:

- Ruedas hidráulicas verticales: propicias para enclaves con mareas fuertes. Es habitual encontrarlos en el Reino Unido, noroeste de Francia o Bélgica.
- Ruedas hidráulicas horizontales con rodezno: propicias para enclaves con mareas menos fuertes. Corrientes en regiones de la Península Ibérica, Francia e Irlanda.
- Ruedas hidráulicas horizontales con rodete: al igual que el modelo anterior más apto para zonas meridionales. Los encontramos en la Península Ibérica.

En Andalucía existen molinos de mar con ruedas horizontales tanto los más antiguos de rodezno, generalmente de madera con diámetro inferior a un metro, como los posteriores cuya rueda motriz se denomina rodete, de metal.

²² *Moinhos de Maré do Ocidente Europeu: valorização do património cultural e natural como recurso de desenvolvimento*, Câmara Municipal do Seixal, Seixal, 2005.



Molino de Río Arillo, entre Cádiz y San Fernando.
Arriba, sección mostrando el funcionamiento de uno de los mecanismos del molino:
1. Puente. 2. Rodete. 3. Cárcavo. 4-5. Eje. 6. Aliviadero. 7. Piedra solera. 8. Piedra volandera. 9. Guardapolvo. 10. Compuerta. 11. Tolva. 12. Saetín. 13. Caño. 14. Tragaluz. 15. Caldera o presa. 16-17. Ventanas. 18. Azotea.
A la derecha, perspectiva del conjunto de la edificación y de su entorno:
1. Nave central. 2. Caldera. 3. Marea vaciante. 4. Marea creciente. 5. Sector demolido. 6. Caño del Río Arillo. 7. Salina Los Tres Amigos. 8. Salina San Félix.

Figura 5.34.-
Sección del Molino de Río Arillo,
Bahía de Cádiz.



En la costa atlántica de Andalucía debido a la presencia de salinas, esteros y caños, los molinos mareales forman parte de un paisaje transformado por el hombre para el aprovechamiento de la sal, la pesca y el marisqueo. Por ello a su función originaria, molturación de cereales, fueron incorporando otras actividades debidas a su ubicación, como la molienda o lavado de la sal, o a partir de sus propias construcciones e infraestructuras, limpieza y drenaje de canales, como muelle de carga y descarga, puente, control de caminos, etc. De ahí que la selección del enclave y la propia implantación del molino resultaran esenciales en el aprovechamiento de las condiciones del terreno, naturales o creadas por la acción humana, y no interferir en otras actividades.

Los molinos de marea andaluces se suelen disponer perpendicularmente al caño, cerrando la salida del agua embalsada durante la pleamar en la presa o caldera. Cuando comienza la bajamar y se alcanza un desnivel adecuado entre el agua retenida y el del mar, se hace pasar el agua por un angosto canal o saetín hasta los rodetes o rodeznos. Con el giro de la rueda motriz giraba solidariamente la piedra molturadora²³.

²³ *Salinas de Andalucía*, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 2004, pp. 69-71.



Figura 5.35.-
Molino de marea de Ossio, Puerto
Real, Bahía de Cádiz.



En cuanto a las edificaciones hay que diferenciar dos partes principales: los bajos del molino o parte hidráulica (generalmente contruidos con piezas de cantería de piedra), y el edificio propiamente dicho (cuya configuración es muy variada). Los edificios podían ser ligeros, contruidos con materiales propios de la zona (piedras, ladrillos o adobes) con cubierta a una sola agua, o bien más firmes, aparejados con fábrica de piedra de cantería y cubierta a dos aguas o con azotea plana (molino de Santa Cruz). La superficie de la caldera y, por consiguiente su capacidad de almacenamiento de agua, se relaciona con el número de piedras con que contaba el molino. En nuestro caso el número de piedras oscila entre la pareja y la docena. Un problema importante para la buena conservación de las calderas consistía en el arrastre de sedimentos, tierras y arenas proveniente de arroyos formados por la lluvia. Estos fangos y lodos se depositaban, tanto en las calderas como en los caños o esteros produciendo su colmatación. Este fenómeno de cegamiento de cauces y presa se paliaba mediante un vaciamiento rápido y violento de la caldera que abría rápidamente sus compuertas. Este método de limpieza era denominado limpión²⁴.

²⁴ *Molinos de marea*, Agencia Andaluza de la Energía, Consejería de Economía, Innovación y Ciencia, Junta de Andalucía, Sevilla, 2010, pp. 4-5.

El mayor auge de los molinos de marea se produjo entre los siglos XVII y XVIII, sustentando una importante actividad industrial. Algunos se han mantenido en funcionamiento hasta bien entrado el siglo XX. No obstante, y a diferencia de otros elementos patrimoniales, el estado de conservación de buena parte de los molinos de mar es crítico. El abandono al que han sido sometidos y la hostilidad ambiental del entorno en que se implantan han contribuido a un deterioro que está borrando las huellas de estos ingenios tan peculiares.

En el área de la Bahía de Cádiz se llegaron a contar hasta 19 molinos (Río Arillo, Santibañez, Sierra, San José, de Soto, Santa Cruz, Montecorto, Ormaza, Bartivás, La Aceña, Ossio, Zaporito, Caño Herrera, Fadrilas, El Pilar, Trocadero, Mendoza, Goyena y el del Puerto), si bien sólo se encuentran en relativo buen estado de conservación los de Ossio y El Pilar (Puerto Real), Santa Cruz y Bartivás (Chiclana), San José (San Fernando) y Río Arillo (Cádiz). Por su parte en el litoral onubense se llegaron a contar hasta 26 molinos de marea, ver figura 5.35, si bien sólo han sido rehabilitados los de Pintado (Ayamonte) y Tamujar Grande (Isla Cristina), y los de la Higuera y Valletaray (Lepe) que a pesar de tener sus edificaciones en ruina conservan en relativo buen estado sus sistemas hidráulicos.

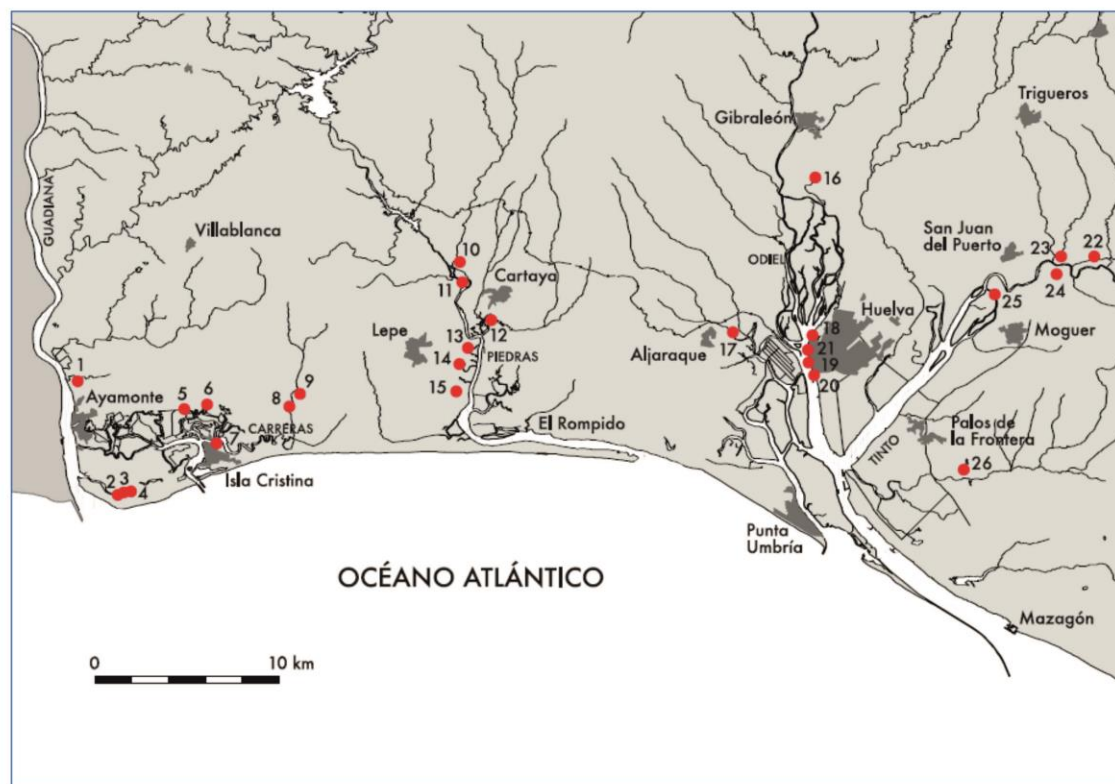
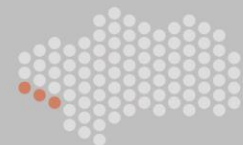


Figura 5.36.-
Molinos de marea del litoral onubense.



5.2 GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD Y OTRAS APLICACIONES :

Como avanzamos en capítulos anteriores, el aprovechamiento que la humanidad ha venido haciendo de los recursos naturales ha estado marcado por los paradigmas culturales dominantes en cada época y por la tecnología disponible en cada momento. Un somero análisis de la evolución histórica de este proceso nos lleva a detectar con facilidad un punto de inflexión, el paso hacia un mundo industrial acaecido a lo largo del siglo XIX, que modificará sustancialmente la forma de relacionarse entre el hombre y su entorno.

Si bien a mediados del siglo XIX el único país efectivamente industrializado era Inglaterra, lo que le permitió dominar el mundo, ya comienzan a desvelarse algunos cambios fundamentales. En primer lugar podemos destacar la explosión demográfica de las áreas industriales, en segundo lugar la potenciación de las redes de comunicación y, como consecuencia de los anteriores, en tercer lugar el auge del comercio y de los movimientos migratorios²⁵.

²⁵ HOBBSAWM, Eric, *La era de la Revolución: 1789-1848*, Crítica, Barcelona, 2003, pp. 173-187.

El principal resultado de estos cambios será un aumento exponencial, desconocido hasta la fecha, de las necesidades de abastecimiento energético de este nuevo mundo industrializado. En un estadio inicial se recurrirá a la madera como fuente de combustible, aunque pronto se revela como insuficiente ante la magnitud de una demanda creciente. De esta forma la madera irá dejando paso primero al carbón y posteriormente al petróleo. Coincidiendo con el ascenso del petróleo, como pilar energético, se irá produciendo un paulatino abandono de los ingenios y prácticas basadas en el aprovechamiento renovable de los recursos naturales.

Igualmente el siglo XIX, trae consigo una serie de patentes, inventos y descubrimientos científicos que sentarán las bases de la electricidad. Mucho se podría profundizar sobre la incidencia de la electrificación en los modelos de ocupación del territorio, en especial durante el siglo pasado y cuyas consecuencias se proyectan hasta nuestros días, aunque es una materia que no será abordada en la presente investigación.

La generación de electricidad mediante fuentes renovables, energías que ya habían demostrado su funcionalidad en aplicaciones mecánicas y térmicas, supondrá por tanto un reto tecnológico que se irá resolviendo a lo largo del siglo XX.

5.2.1. Un nuevo ingenio: el aerogenerador.....

Según nuestra opinión, y en sintonía con el contexto de cambio anteriormente descrito, tres hechos van a marcar la posterior evolución de la tecnología de explotación del recurso eólico tal como lo conocemos hoy:

1.- En primer lugar, tras años de investigación e imbuidos en la vorágine de descubrimientos científicos y concepción de todo tipo de artilugios que caracterizo la segunda mitad del siglo XIX, asistimos a la construcción de los primeros aerogeneradores. Estos ingenios fueron pioneros en la transformación de la fuerza del viento en electricidad. En 1888 Charles F. Brush²⁶ construye en Cleveland (Estados Unidos), un aerogenerador que desarrollaba potencias próximas a los 12 Kw. cuya energía almacenaba en 12 baterías, y que, a pesar de su éxito relativo por funcionar durante 20 años, demostró sus limitaciones debido a la baja velocidad y exceso de rigidez de su rotor para aplicaciones de producción eléctricas.

²⁶ Charles Francis Brush, inventó la lámpara de arco y desarrolló baterías y diversos modelos de dinamos o generadores eléctricos con múltiples aplicaciones (las primeras centrales hidroeléctricas, etc.).

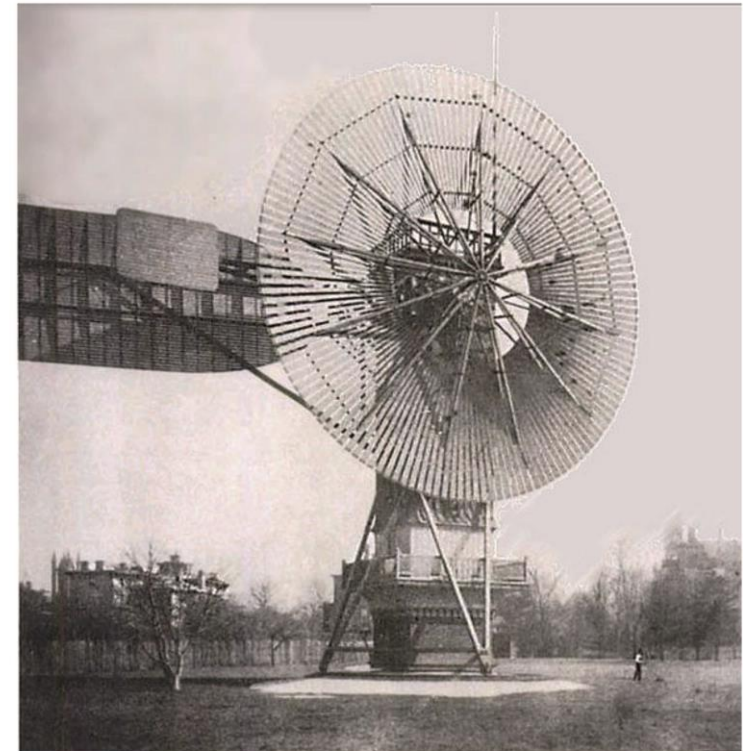


Figura 5.37.-
Aerogenerador construido por
Charles F. Brush en Cleveland,
Ohio (Estados Unidos).



2.- En segundo lugar y tras décadas de investigaciones, el tránsito entre los siglos XIX y XX asiste al inicio de la navegación aérea mediante planeadores en un primer estadio y finalmente con aviones. Esto tendrá grandes consecuencias para el posterior aprovechamiento del recurso eólico. La aerodinámica se convierte en una de las principales herramientas con las que cuentan los pioneros de la aviación. Los progresos técnicos experimentados por las hélices de la aviación tendrán su reflejo inmediato en los futuros aerogeneradores. Estos avances permitirían superar buena parte de las limitaciones de los diseños anteriores.

3.- El gobierno de Dinamarca, a finales del siglo XIX, inició un programa de desarrollo eólico, que en 1891, capacitó al danés Poul La Cour²⁷ para el diseño de un aerogenerador, el primero que incorporaba principios de diseño aerodinámico, capaz de desarrollar potencias de entre 5 y 25 Kw. Esto permitió que el uso de este modelo se extendiera por Dinamarca a finales de la I Guerra Mundial.

²⁷ TORRES RAMOS, José Manuel, *El recurso eólico como energía alternativa*, El mercado de la energía eléctrica. Jornadas sobre recursos eólicos, Medina Sidonia – Cádiz, marzo 2002.



Figura 5.38.-
Los avances en la aeronáutica revolucionaron la tecnología eólica a partir del empleo de nuevos diseños y materiales.



Tras este incipiente impulso, el desarrollo de los grandes aerogeneradores choca frontalmente con el imparable despliegue de las fuentes de energías fósiles, por entonces abundantes y más baratas. El relevo lo toman pequeños aerogeneradores que fueron desplegándose por granjas y explotaciones agrarias hasta la década 1950-60 en Estados Unidos, Europa y Australia principalmente. Se empleaban para iluminar fincas, granjas etc. así como para recargar pequeñas baterías, con el problema que suponía su funcionamiento intermitente.

No obstante, en el periodo que abarca desde el final de la Primera Guerra Mundial hasta 1970 aproximadamente, tanto en Europa como en Norteamérica se inician programas experimentales que llevan a la construcción de varios modelos de grandes aerogeneradores, algunas de cuyas innovaciones han vuelto a ser aprovechadas hoy día. Los primeros se construyen en Bourget – Francia en 1929, un modelo de dos palas de veinte metros de diámetro destruido por las ráfagas de viento de una tormenta y en la Unión Soviética en Kursk en 1929 y en Crimea en 1931, con un aerogenerador de 100 KW que estuvo conectado durante dos años a la red de Sebastopol desarrollando en este periodo una media de 32 KW.



Figura 5.39.-
Aerogenerador de Bourget
(Francia), 1929.



En Vermont – Estados Unidos, en octubre de 1941, la NASA construyó el aerogenerador “Smith-Putnam” el mayor de todos, un bipala de treinta metros de diámetro capaz de desarrollar 1,25 MW. Sin embargo, tras la Segunda Guerra Mundial, los norteamericanos abandonaron todos sus proyectos eólicos y no los recuperarían hasta sufrir problemas de abastecimiento energético tras la denominada “Crisis del Petróleo” de 1973.

En Europa los esfuerzos destacaron los logros alcanzados por Alemania, Dinamarca y Francia. Todos esos proyectos encontraron problemas técnicos derivados del desajuste entre sus diseños y comportamiento del real del viento, que a veces terminó con la destrucción del propio modelo, efectos como el esquiroleo vertical del viento, las ráfagas etc. fueron solucionándose poco a poco. En Alemania entre 1955 y 1957, bajo la dirección del profesor Ulrich Hutter, se construyó cerca de Stuttgart un aerogenerador de dos palas, de 38 metros, de fibra de vidrio que funcionó hasta 1968. En Dinamarca, aprovechando la experiencia de Poul La Cour, se construyó el modelo “Gedser” en 1957 con hélice de tres palas de 24 metros de diámetro y que funcionó hasta 1968 produciendo una media de 200 KW.

En Francia los programas patrocinados por Electricité de France dieron como resultado un extenso estudio de las condiciones del viento en todo el país así como la construcción de varios aerogeneradores experimentales como el “Best, Romani”, instalado en Nogent-le-Roy (Beauce) en 1958, siendo capaz de producir una media de 800 KW con sus tres palas de chapas de aleación ligera de 30 metros de diámetro.

Un nuevo hecho histórico supone un giro radical respecto a la postura gubernamental frente a las energías renovables, el 22 diciembre de 1973 la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) dobla el precio del barril de crudo desencadenando la primera “crisis del petróleo”²⁸ en los países industrializados dada la dependencia de su economía del crudo.

La declaración oficial de la OPEP decía: “ *Dentro de treinta o cuarenta años, el petróleo será un bien muy escaso, y los grandes países industrializados no pueden seguir dilapidándolo como hasta ahora*”.

²⁸ La influencia de las decisiones de la OPEP en el mercado energético son analizadas por Ariela Ruiz-Caro en su publicación “RUIZ-CARO, Ariela, *El papel de la OPEP en el comportamiento del mercado petrolero internacional*, Santiago de Chile, Naciones Unidas, 2001”.



• Kursk (Rusia), 1929.



• Vermont (EEUU), 1941.



• Falster (Dinamarca), 1957.



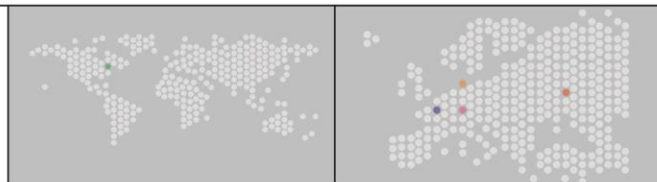
• Stuttgart (Alemania), 1957.



• Best, Romani. Nogent-Le-Roy, Beauce (Francia), 1958.

Figura 5.40.-

En esta secuencia podemos observar la evolución experimentada por los aerogeneradores más primitivos. Varían el modelo según el número de palas, la fijación al suelo, etc.



A raíz de los problemas de desabastecimiento surgidos con la mencionada “crisis del petróleo”, en los años setenta, se inicia una nueva etapa en el aprovechamiento del potencial eólico. Entre los años 1974 y 1981, el programa federal del viento de los EEUU cuenta con un apoyo económico y de investigación extraordinario por parte del gobierno. En este breve periodo de tiempo fueron desarrollados y probados trece modelos de aerogeneradores pequeños (1 KW a 40 KW), varios de eje vertical (VAWT de 5 KW a 500 KW), dos prometedoras turbinas intermedias y cinco diseños de grandes turbinas eólicas de eje horizontal (HAWT de 100 KW a 3,2 MW).

Este programa²⁹, que contó con la colaboración de la NASA y dispuso de la tecnología usada para los aviones militares de última generación, nos legó numerosas aportaciones entre las que destaca la apuesta por el desarrollo de grandes turbinas eólicas como opción para rentabilizar la explotación de la fuerza del viento. Por su parte los modelos de aerogeneradores pequeños despertaron el interés de la iniciativa privada que se aprovechó de los avances del programa federal para diversas aplicaciones.

²⁹ Sus resultados pueden ser consultados en la web del National Wind Technology Center, <http://nwtc.nrel.gov/>



Modelo 0. Ohio, 1975.



Modelo 1. Carolina del Norte, 1978.



Modelo 2. Washington, 1981.



Modelo WTS4. Wyoming, 1982.

Figura 5.41.-
Secuencia de grandes modelos experimentales de eje horizontal realizados por la NASA en los Estados Unidos.



En este momento el apoyo fiscal dado por el gobierno a las inversiones para el desarrollo de la energía eólica había propiciado que numerosos inversores privados y entidades financieras depositaran importantes sumas de dinero en estos proyectos. Este factor, unido a los prometedores prototipos construidos, llevó a los responsables gubernamentales a pensar que la industria eólica ya estaba consolidada y que no era necesario destinar más fondos públicos a su investigación y fomento. En el momento en el que se empezaban a obtener resultados esperanzadores, todos los programas gubernamentales norteamericanos fueron suspendidos por la administración del presidente Ronald Reagan en 1981. Durante este periodo, los gobiernos de Europa tardaron algo más en respaldar proyectos propios, a pesar de lo cual destacaron los esfuerzos realizados por Alemania, Suecia y Dinamarca.

El ejemplo de lo sucedido en los EEUU muestra una controversia surgida en estos años que llega hasta nuestros días y cuestiona cual debe ser el papel de los gobiernos en el fomento de las energías renovables. Los defensores de “primar” las energías “renovables”, recuerdan que existen costes de producción en la generación de energía eléctrica a partir de fuentes “no renovables” no repercutidos en sus precios

de venta (externalidades). Estas externalidades son los costes ambientales derivados de las mareas negras, accidentes nucleares, efectos derivados del cambio climático etc. que si fuesen asumidos por las empresas energéticas quintuplicarían el coste actual de producción de la electricidad y haría competitivas a las energías renovables ya que carecen de estos costes ambientales³⁰.

El abandono de las políticas de fomento de la energía eólica por parte del gobierno federal de EEUU no sólo propició la no realización de nuevas instalaciones, sino también la paralización de algunos proyectos en funcionamiento. A pesar de este contratiempo se puede decir que la historia de la generación eléctrica a partir de grandes parques eólicos, al modo que los conocemos hoy día, comienza en California-Estados Unidos a principios de los años 80. Los primeros años fueron difíciles, ya que los incentivos fiscales disponibles durante los primeros años estimularon la rápida instalación de aerogeneradores cuyo diseño no estaba lo suficientemente contrastado en la práctica por lo que las averías eran una constante.

³⁰ PUIG BOIX, Josep, *Energías sucias o energías limpias: esta es la cuestión, L'economia global del petroli i els seus efectes sobre el medi ambient*. Chapapote Festival. Barcelona, diciembre 2002.



Figura 5.42.-
Panorámica de un parque eólico ubicado en Livermore, junto al área de San Francisco, en el estado de California.



5.2.2. Paneles aislados y grandes centrales solares.....

Una vez revisado en el presente capítulo los “usos históricos” que el hombre ha venido realizando de la radiación solar, nos centraremos en este punto en analizar los orígenes de la forma en que aprovechamos actualmente el recurso solar. Fundamentalmente nos referimos a las dos aplicaciones energéticas más frecuentes de la energía solar: la conversión fotovoltaica y la conversión fototérmica.

En lo que respecta a la **energía solar fotovoltaica**, y siguiendo un esquema similar al del apartado anterior, podemos señalar algunos de los acontecimientos históricos que según nuestro entender han contribuido a su desarrollo tecnológico:

1.- En la primera mitad del siglo XIX el físico francés Edmond Becquerel³¹ descubre como algunos materiales generan corriente eléctrica tras una exposición continuada a la luz. El descubrimiento se conocerá como “efecto fotovoltaico” y sienta las bases de los futuros estudios y descubrimientos de la disciplina.

³¹ BELTRÁN ADÁN, José, *Prototipo fotovoltaico con seguimiento del Sol para procesos electroquímicos*. CENIDET. Cuernavaca, Morelos 2007, pp.11.

Este importante hallazgo permanecerá durante décadas, entre los principales centros de investigación, sin ser estudiado en profundidad. Habrá que esperar a finales del siglo XIX a que Heinrich Hertz, descubridor del “efecto fotoeléctrico” y Charles Fritts, estudien el efecto sobre los sólidos y fabriquen las primeras celdas y células solares. En las mismas fechas podemos destacar las aportaciones en la materia de Willoughby Smith, sobre la fotoconductividad del selenio, o las de William Grylls Adams y Richard Evans Day, centradas en el efecto sobre el selenio y el platino. En lo que respecta al silicio, la primera célula fotovoltaica de este material fue definida por R.S. Olh en 1941. Habría que esperar una década más para ver los primeros módulos fabricados. La entrada de la iniciativa privada³² se produce en la década de los 50 con los Bell Laboratories y la consecución de transmisores de silicio y las primeras baterías solares. Desde este momento las células solares entran en el campo de la industria, como la Western Electric y su programa de alimentación de las líneas telefónicas en áreas rurales de Georgia (Estados Unidos).

³² PUIG, Pep, JOFRA, Marta. *Solar Fotovoltaica - Energías renovables para todos*. Haya Comunicación. Madrid, 2007, pp.3.

2.- Los avances vinculados a la carrera espacial³³, que tiene lugar hacia la segunda mitad del siglo XX, aportarán un salto cualitativo a la tecnología solar fotovoltaica. Y es que solo la energía solar permite a los satélites autonomía en el espacio exterior mediante la generación y transformación de energía. Al lanzamiento de los Sputnik I y II por la Unión Soviética en 1957, los norteamericanos respondieron con la puesta en órbita en 1958 del Vanguard I, primer satélite alimentado parcialmente con energía fotovoltaica.

3.- De forma análoga a lo acontecido en el sector eólico, la crisis del petróleo de los 70 proporcionará un impulso definitivo a una industria solar que se aprovechará del retorno del conocimiento aeroespacial. Desde este momento la energía solar fotovoltaica comienza a ser comercializada por diversas compañías³⁴. Se sucede la aparición de aplicaciones aisladas como el abastecimiento de faros, la electrificación de viviendas rurales o el bombeo de agua.

³³ MEINEL, Aden B y MEINEL, Marjorie P, *Aplicaciones de la energía solar*, Editorial Reverté, Barcelona, 1982, pp.36-39.

³⁴ Algunas de estas compañías surgieron al abrigo de la NASA y sus investigaciones en el Lewis Research Center, Cleveland (EEUU).

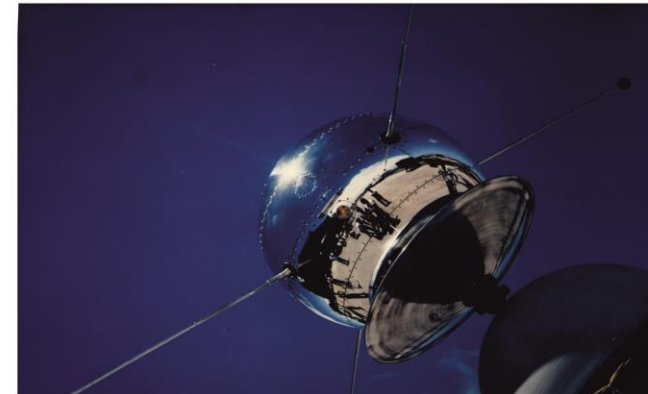


Figura 5.43.-
Desde el proyecto Vanguard (arriba), la presencia de paneles solares ha sido una constante en los satélites de la NASA.



Esta capacidad de proporcionar energía de forma autónoma, mostrada por las aplicaciones fotovoltaicas desde su concepción, se ha mantenido hasta nuestros días como una de sus principales ventajas. De ahí que a partir de la bajada de costos, que supuso el aumento de producción y el empleo de materiales más baratos a partir de años 70-80 del siglo pasado, los paneles fotovoltaicos se convirtieron en una alternativa económicamente viable en instalaciones aisladas de la red eléctrica.

Por su parte las primeras plantas o huertas solares fotovoltaicas conectadas a la red no fueron puestas en marcha hasta que se conjuntaron dos factores: alcanzar un nivel de eficiencia tecnológica que garantizara su viabilidad y en segundo lugar, y no menos importante, al establecimiento de una legislación favorable en determinados países que fomentara su implantación. Será en las postrimerías del siglo XX y principios del XXI cuando se producirá la proliferación de plantas solares fotovoltaicas conectadas a la red eléctrica. Entre ellos podemos destacar la potencia instalada por la Unión Europea (fundamentalmente Alemania y España) seguida a distancia por Japón, Estados Unidos y otros³⁵.

³⁵ Según la Asociación Europea de la Industria Fotovoltaica, (EPIA).



Figura 5.44.-
Paneles de energía solar
fotovoltaica en el Parque N. de
Doñana.



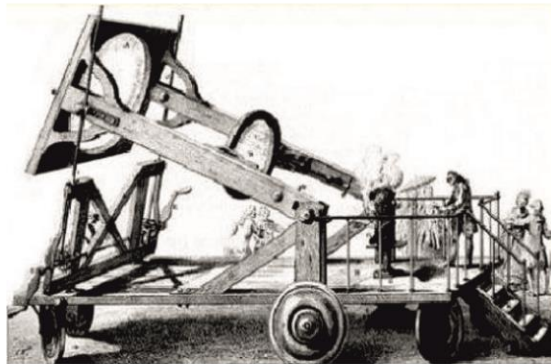
Resulta complejo determinar con exactitud, como expusimos en el punto anterior, el momento en el que el hombre comienza a emplear la radiación del sol con fines térmicos. No obstante si podemos repasar algunos pasajes de la historia de la **energía solar térmica** que han caracterizado su posterior evolución hasta nuestros días. De forma concisa podemos citar que³⁶:

1.- Horace de Saussure fue probablemente el creador del primer colector solar en 1767. Denominado por su propio creador como “caja caliente”, se trataba de una caja acristalada con el interior pintado de negro y con capas aislantes para retener el calor. El inventor franco - suizo sentó las bases de la energía solar térmica de baja temperatura y de los hornos y placas solares que se extenderían por todo el mundo. Otros científicos contemporáneos a Saussure, como John Herschel y Samuel Pierpoint Langley, obtuvieron conclusiones análogas. Demostraron que en el interior de una caja cubierta de vidrio expuesta al sol, era posible alcanzar temperaturas muy elevadas.

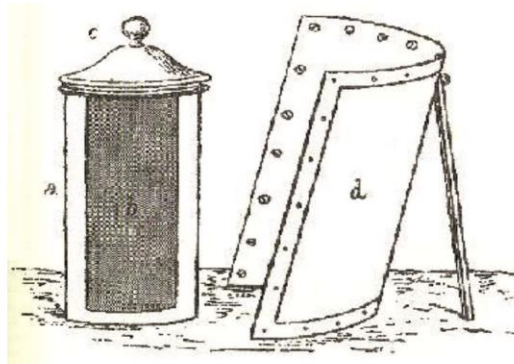
2.- En el último cuarto del siglo XIX, el ingeniero francés Auguste Mouchot construyó en Tours una máquina de vapor alimentada por energía solar. El ingenio de Mouchot consistía en un gran receptor parabólico cubierto de espejos que concentraban la radiación del sol en un solo punto. Mouchot diseñó diversos modelos de concentradores solares y una cocina solar para el ejército galo. Tuvo ilustres discípulos como Abel Pifre y sus artilugios industriales alimentados por energía solar. Otro hito coetáneo lo alcanzó Charles Wilson construyendo, en 1874 en el desierto de Atacama (Chile), una planta solar de destilación de agua marina. Ya entrado el siglo XX, los motores de Mouchot tuvieron continuidad con Ericsson y Eneas, que se esforzaron por encontrar un enfoque más comercial para el bombeo de agua en granjas norteamericanas.

3.- Por último nos detendremos en la comercialización de los primeros calentadores solares domésticos de agua a finales del siglo XIX. Una de estas patentes comerciales, denominada “Climax”, fue puesta a la venta en los Estados Unidos en 1891. Desde entonces se registraron múltiples patentes que encontraron gran acogida en áreas meridionales de California y Florida.

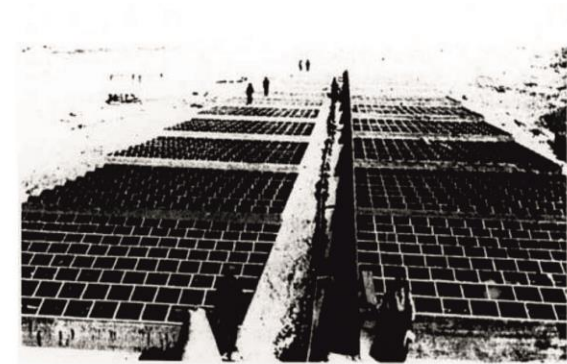
³⁶ VÁZQUEZ ESPÍ, Mariano, *Una brevísima historia de la arquitectura solar*. Instituto Juan de Herrera. Madrid, 1997.



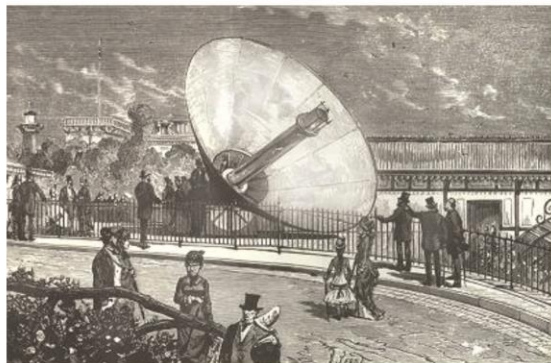
• Horno solar de Lavoisier (Francia), 1792.



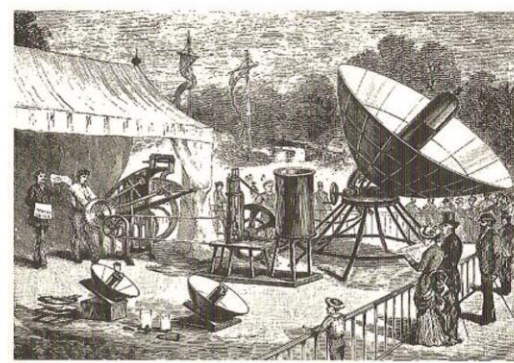
• Cocina solar de Mouchot (Francia), 1861.



• Central destilación agua marina (Chile), 1874.



• Turbina solar de Mouchot (Francia), 1878.



• Imprenta solar de Pifre (Francia), 1881.



• Publicidad de calentador de agua (EEUU), 1891.

Figura 5.45.-

En esta serie histórica sobre la evolución de los inventos vinculados a la energía solar térmica podemos reconocer formas y elementos que demuestran la vigencia de sus principios en la tecnología actual de aprovechamiento del recurso.



Como hemos expuesto, el recorrido de las tecnologías solares térmicas ha acumulado un importante bagaje en los últimos siglos. Si bien la base teórica sobre la que se fundamentan apenas ha variado, el esfuerzo investigador ha estado vinculado a la existencia de dificultades coyunturales en el abastecimiento energético. A lo largo del siglo XX hemos asistido a un continuo aumento del rendimiento de los equipos acompañado de una continua rebaja en los costos de producción. Destacamos los programas de ayuda a este tipo de instalaciones, puestos en marcha en las áreas meridionales de Europa, así como legislaciones que exigen una aportación mínima de la energía solar en el consumo de las edificaciones. Este contexto favorable ha permitido la proliferación de unas instalaciones solares que forman parte del paisaje de nuestros núcleos urbanos.

Precisamente coincidiendo con una de las cíclicas crisis energéticas, la del petróleo de los años 70, la comunidad internacional aunó esfuerzos y acordó la construcción de la Plataforma Solar de Almería³⁷. Este centro, inaugurado en 1981, es el mayor y más importante centro de investigación y ensayos de tecnologías solares de concentración de Europa.

³⁷ Consultar en <http://www.psa.es>.



Figura 5.46.-
Instalación solar térmica de agua
caliente sanitaria en la
Universidad de Almería.





Figura 5.47.-

Vista aérea de la Plataforma Solar de Almería, Tabernas (Almería). Se pueden distinguir distintos tipos de equipos y tecnologías solares de concentración que hacen de estas instalaciones un centro de referencia internacional en la investigación solar.



5.2.3. De los saltos de agua a la biomasa.....

Queremos cerrar este capítulo revisando las aportaciones a la materia procedentes de otras fuentes de recursos energéticos renovables. Debemos remarcar que nos encontramos en un contexto de cambio sistémico global, a raíz de la ruptura que supone la revolución industrial y el desarrollo de la electricidad. El final del siglo XIX trajo consigo una sucesión de descubrimientos, patentes, ingenios, etc. como pocas veces ha ocurrido en la historia de la investigación científica.

En lo referente a la electricidad, este periodo supone la consolidación de décadas de estudios de grandes científicos e inventores como Coulomb, Volta, Faraday, Maxwell, Ohm, Gramme, Edison, Tesla, Siemens y tantos otros. En la Exposición de la Electricidad de Paris de 1881, se presentarán al mundo buena parte de estos descubrimientos y algunas aplicaciones que incidirán como pocas en la acción humana. Alguno de estos descubrimientos, como la dinamo³⁸ o el motor eléctrico, abrieron la puerta a la reversibilidad entre el esfuerzo mecánico y la electricidad.

³⁸ Inventada por Faraday en 1831 y perfeccionada por el ingeniero francés Zenobe Gramme en 1873.

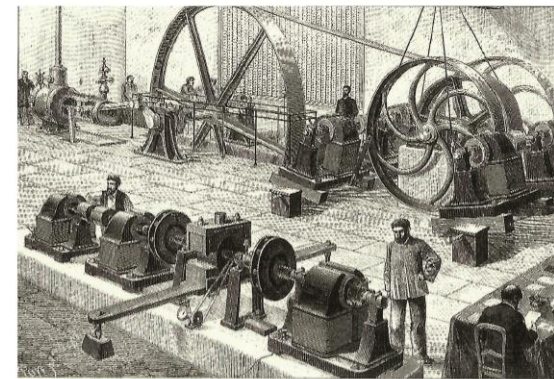
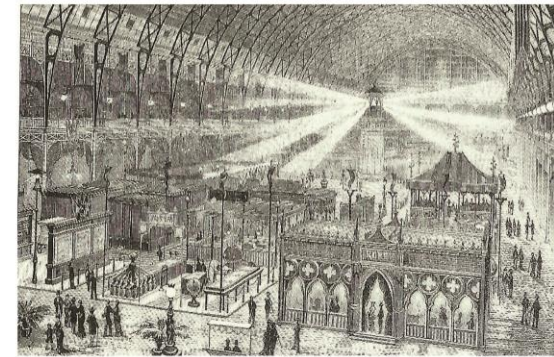


Figura 5.48.-

Gran nave de la Exposición de la Electricidad de Paris iluminada por Edison (arriba). Primer transporte de electricidad de H. Fontaine, Viena, 1873 (abajo).



En este punto las distintas fuentes de energías renovables, que ya habían demostrado históricamente su solvencia en la generación de energía mecánica, fueron objeto de investigaciones y patentes tendentes a su adaptación a la pujante demanda eléctrica. Buena parte de los esfuerzos investigadores se implementaron en época de escasez de recursos energéticos fósiles³⁹, para ser postergados en cuanto se superaban las coyunturas adversas.

La producción de electricidad a partir de la **energía hidráulica** tiene su primer referente en 1895 en las cataratas del Niágara, Estados Unidos. A fin de atender la fuerte demanda de electricidad de la ciudad de Buffalo, se construyó la primera central hidroeléctrica de la historia. Igualmente se trata de una de las primeras centrales eléctricas cuya producción fue evacuada mediante líneas de transportes⁴⁰. La separación entre centro de producción energético y terminal de consumo, que permite el transporte de electricidad, tendrá una notable incidencia sobre los modelos de ocupación del territorio.

³⁹ En este sentido podemos citar la crisis de precios del carbón a partir de la declaración de la Primera Guerra Mundial, duplicándose su precio entre 1914 y 1915, o la ya mencionada Crisis del Petróleo de los años setenta a partir de la guerra del Yom Kippur.

⁴⁰ El ingeniero francés Hippolyte Fontaine realizó el primer transporte de energía en 1873.

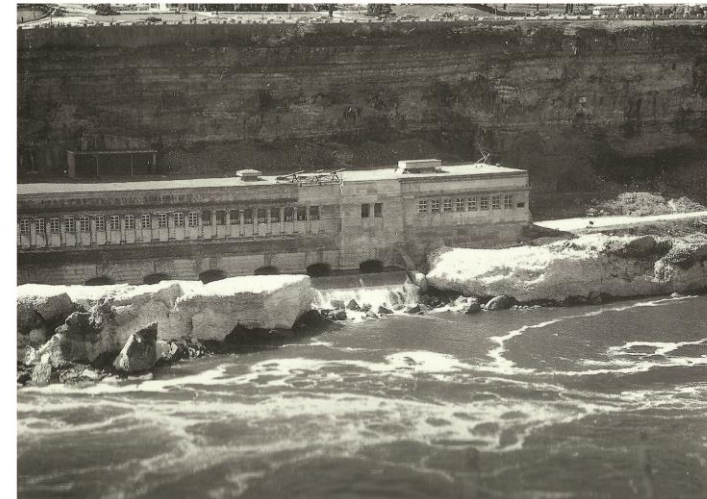


Figura 5.49.-
Central Hidroeléctrica de Niágara,
Buffalo (Estados Unidos), 1895.



Sentadas las bases de la producción hidroeléctrica y ante el amplio recorrido y distribución que ya tenía el aprovechamiento del caudal de los ríos y saltos de agua, como hemos repasado en el presente estudio, la expansión de las centrales hidroeléctricas sería notable desde este momento. Dada la magnitud que alcanzaría la proliferación de este tipo de instalaciones hidroeléctricas, pronto se demostró como una alternativa eficaz y autóctona frente a los vaivenes de precios de los recursos fósiles, nos centraremos en los orígenes y evolución de este sector en Andalucía⁴¹.

En una primera etapa, la que cubre el paso entre los siglos XIX y XX, se adaptaran saltos de agua y antiguos molinos para generar electricidad. Esta etapa está marcada por algunas limitaciones técnicas en lo que a transporte de electricidad se refiere por lo que los saltos de agua cercanos a las ciudades fueron los primeros equipados (Loja, Pinos Genil, Granada, Puente Genil, etc.). La industria harinera de ribera, otro ejemplo de cercanía entre centro de producción y consumo, adaptó sus motores hidráulicos para producir electricidad.

⁴¹ NUÑEZ ROMERO-BALMAS, Gregorio, *Origen e integración de la industria eléctrica en Andalucía y Badajoz, Compañía Sevillana de Electricidad, Cien Años de Historia*. Fundación Sevillana de electricidad. Sevilla, 1994, pp. 126 – 159.

En una segunda etapa, y solapada con la anterior, desde principios del siglo XX hasta mediados de los años veinte. La tecnología de transporte permite aprovechar los recursos energéticos algo alejados de los centros de consumo. Los problemas de abastecimiento de carbón derivados de la Primera Guerra Mundial permiten que la opción hidráulica sea apoyada con fuerza. Aparecen numerosas hidroeléctricas en Andalucía, entre las que destacamos las de Mengemor, del Guadiaro, del Chorro, de la Vega Granadina, del Valle del Lecrín, etc. Este auge tendrá continuidad en años venideros, ya que en 1916 se presenta un proyecto para el aprovechamiento energético del Guadalquivir entre Sevilla y Córdoba⁴².

En la tercera y última etapa, que podríamos situar en los años veinte, la interconexión eléctrica entre las redes comarcales andaluzas que caracterizaron la etapa anterior adquiere una escala casi nacional. Buena parte de los centros de producción y puntos de consumo de Andalucía estarán conectados. Con ello aumenta el tamaño de las centrales hidroeléctricas, algunas hasta un nivel que posteriormente dejarán de ser consideradas como fuentes energéticas renovables.

⁴² BERNAL RODRÍGUEZ, Antonio Miguel, *Historia de la Compañía Sevillana de Electricidad (1894-1983), Cien Años de Historia*. Fundación Sevillana de electricidad. Sevilla, 1994, pp. 213.

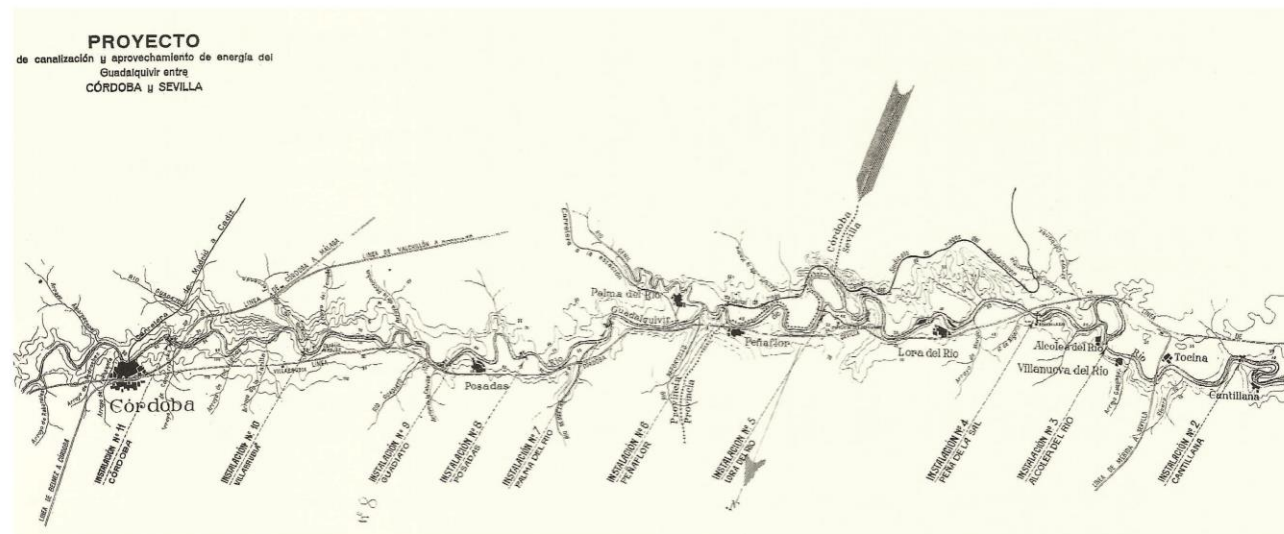


Figura 5.50.-

(Izquierda), Plano General de las Instalaciones del Proyecto de canalización y aprovechamiento de energía del Guadalquivir entre Córdoba y Sevilla.

(Derecha), Fases de construcción de la presa del Jándula, Jaén.



El resto de las energías consideradas renovables en la actualidad, tuvieron un grado de desarrollo dispar vinculado a la presencia del recurso en cada área concreta. En lo que respecta a la **biomasa**, la principal fuente energética de la historia hasta la aparición del petróleo, podemos señalar que tuvo un papel decisivo en los albores de la revolución industrial. Las primeras máquinas de vapor fueron accionadas por la combustión de madera hasta su paulatina sustitución por el mayor poder calorífico del carbón. Durante una época también constituyó la fuente empleada por las locomotoras del ferrocarril en regiones sin acceso al carbón. Se tienen noticias de que en 1874 se construyó en Inglaterra una planta eléctrica abastecida por residuos y en 1898 una central eléctrica en Nueva York alimentada por la combustión de basura.

En áreas agrícolas de Andalucía numerosos ingenios de vapor emplearon también leña (azucareras, harineras, almazaras, etc.) y coincidiendo con la subida de precios del carbón extranjero⁴³, se plantea durante 1918 la sustitución del carbón por el orujo procedente del aceite de oliva para la generación de electricidad a gran escala.

⁴³ El carbón de Cardiff (Gran Bretaña) y el del Rhur (Alemania) duplicó su precio entre 1914 y 1916 debido a la Primera Guerra Mundial. Ver BERNAL RODRÍGUEZ, Antonio Miguel, (1994), pp. 173.

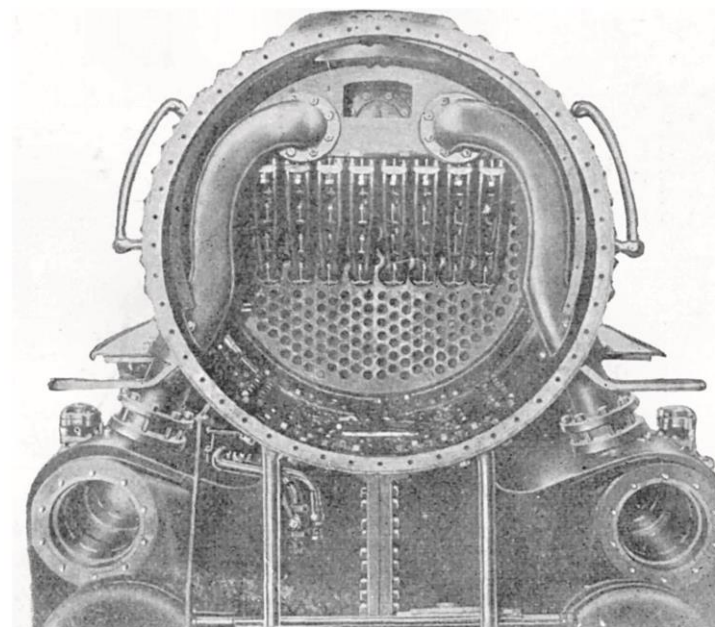


Figura 5.51.-
Cabeza del recalentador de una locomotora de vapor visto desde la caja de humos (Estados Unidos), 1922.



En cuanto a la energía **geotérmica** algunas fuentes⁴⁴ señalan el año 1904 como la fecha en que comienzan los primeros experimentos para generar electricidad en Italia. Años después, en 1913, se construirá la primera central eléctrica igualmente en Italia. En Islandia también se generaliza el empleo directo del calor de la tierra para usos residenciales e industriales. Así en la década de los veinte se comienza a calefactar invernaderos en Islandia. En 1930 se implanta en Reykiavik un sistema para suministrar calor a 70 viviendas.

Podemos destacar la construcción en 1966 de una gran central **mareomotriz** en Francia. Ubicada en el estuario del río Rance, en la Bretaña francesa, fue la única gran planta mareomotriz generadora de electricidad a escala industrial hasta la construcción en 2011 de la central de Sihwa Lake en Corea del Sur. Altamente competitiva a efectos energéticos ha provocado más recelos en cuanto a su impacto medioambiental en el entorno.

Otras fuentes energéticas como la **undimotriz** se empiezan a desarrollar en 1971, por P. McCabe y M. McCornick, aprovechando la energía de las olas mediante boyas.

⁴⁴ Instituto Geológico y Minero de España, <http://www.igme.es>.

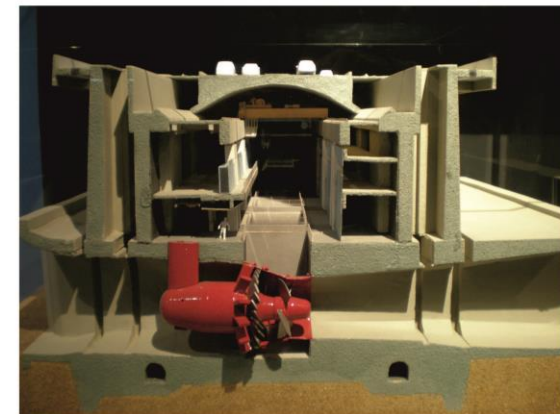


Figura 5.52.-
Central mareomotriz del Rance,
Bretaña (Francia), 1966. Abajo,
esquema funcional de la central.



REFERENCIAS DE LAS FIGURAS :

Figura 5.1.- Veletas.

Fuente: Izquierda superior: Philmarin, Iglesia de Santiago Apóstol, Albatera (Alicante, España). Derecha superior: Christian Bickel, Reykjavik (Islandia). Izquierda inferior: Nino Barbieri, castillo Kurparkschlössche, Herrsching (Alemania). Derecha inferior: Thomas Then, Landsberg am Lech (Alemania).

Figura 5.2.- Molino de viento de eje vertical, Afganistán año 945.

Fuente: “*Andalucía Renovable*. Agencia Andaluza de la Energía, Sevilla, 2011, pp. 48”.

Figura 5.3.- Rueda de viento de eje vertical, China, siglo II a.C. F.H. King.

Fuente: PÉREZ MARTÍN, Enrique, *Estudio histórico-tecnológico y representación gráfica de los molinos de viento de la mancha, en la España de los siglos XVI al XIX, mediante técnicas de dibujo asistido por ordenador (DAO)*. Universidad Politécnica de Madrid, 2008. pp. 62.

Figura 5.4.- Navegación a vela en el puerto de Marsella, año 2004.

Fuente: Autor, 2004.

Figura 5.5.- Diversos molinos de viento tradicionales de eje horizontal.

Fuente: Franja superior (de izquierda a derecha): Molino de Karaes, Isla de Ouessant (Francia), Autor; Molino de viento, Cancale (Francia), Autor; Molino de viento, San Francisco (Estados Unidos), Autor; Molino de viento, Brujas (Bélgica), Autor. Franja inferior (de izquierda a derecha): Molino de viento, Leśniów Wielki (Polonia), Petr Brož; Molino de viento, Rodas (Grecia), Wojsyl; Molinos de viento, Campo de Criptana

(España), Lourdes Cardenal; Molino de viento de Llucmajor, Mallorca (España), Antoni Salvà.

Figura 5.6.- Esquema del Molino del “Collao”, Cabo de Gata-Níjar.

Fuente: MUÑOZ MUÑOZ, J. Antonio, RUÍZ GARCÍA, Alfonso, *Itinerario por Cabo de Gata y Campos de Níjar, La cultura del agua como aproximación histórica y etnográfica*. Junta de Andalucía, Almería, 2002. pp. 64.

Figura 5.7.- Maquinaria de molino, Vejer de la Frontera, Archivo Ducal Medina Sidonia.

Fuente: Catálogo Digital de Cartografía Histórica de Andalucía, Archivo Ducal Medina Sidonia, Legajo 5221.

Figura 5.8.- Localización molinos de viento de Vejer de la Frontera.

Fuente: Elaboración propia a partir de plano del PGOU de Vejer de la Frontera y Google Earth, 2012.

Figura 5.9.- Conjunto de molinos de viento en Vejer de la Frontera, La Janda (Cádiz).

Fuente: Elaboración propia, 2010.

Figura 5.10.- Molino del Collao, Campo de Níjar (Almería).

Fuente: Elaboración propia, 2008.

Figura 5.11.- Molino de El Almendro, El Andévalo (Huelva).

Fuente: Elaboración propia, 2010.

Figura 5.12.- Molineta de Rodalquilar, Campo de Níjar (Almería).

Fuente: *Breve guía del patrimonio hidráulico de Andalucía*, Agencia Andaluza del Agua, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, Sevilla, 2006, pp. 59.

Figura 5.13. Vista actual de la meseta de Lassithi, Creta (Grecia).

Fuente: Autor, 2004.

Figura 5.14.- Plano y levantamiento idealizado de Stonehenge, Inglaterra, realizado por Inigo Jones en 1655.

Fuente: *Stonehenge World Heritage Site: an archaeological research framework*, English Heritage and Bournemouth University, London and Bournemouth, 2005, pp. 7.

Figura 5.15.- Factoría de salazones, de origen fenicio, “El Majuelo”, Almuñécar.

Fuente: *Ortofoto de la Costa de Granada*, Junta de Andalucía, 2006.

Figura 5.16.- Plano de la factoría de salazón de Baelo-Claudia, Tarifa.

Fuente: LIZ GUIRAL, Jesús, CANCELA RAMÍREZ, María Luisa, MARTÍN-BUENO, Manuel, Baelo Claudia: Sector Sur 1981-1983, (Avance). In: *Mélanges de la Casa de Velázquez*. Tome 20, 1984. pp. 487-496.

Figura 5.17.- Catastro de Ensenada de las salinas de La Malahá, Granada.

Fuente: *Salinas de Andalucía*, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 2004, pp. 31.

Figura 5.18.- “Plano de las salinas de Bejer. Año de 1772”.

Fuente: *Salinas de Andalucía*, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 2004, pp. 51.

Figura 5.19.- Arriba, plano histórico de la Salina de San Isidro, Almonte. Abajo, fotografía aérea con el estado actual.

Fuente: (Arriba) *Salinas de Andalucía*, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 2004, pp. 51. (Abajo) Google Earth.

Figura 5.20.- Distribución de las salinas de Andalucía, buena parte de las mismas se encuentran sin actividad o desaparecidas.

Fuente: *Salinas de Andalucía*, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 2004, pp. 142-143.

Figura 5.21.- Soleo de la uva en redores de esparto.

Fuente: *Andalucía*, Lunwerg Editores, Barcelona, 1989, pp. 112.

Figura 5.22.- Paseros de la Axarquía.

Fuente: *Caracterización y conservación del recurso fitogenético vid silvestre en Andalucía*. Fundación Andaluza del Alcornoque y el Corcho, Granada, 2007, pp. 27.

Figura 5.23.- Esquema de una de las tipologías existentes de las casas cueva de Granada.

Fuente: PÉREZ CASAS, Ángel, *Los gitanos y las cuevas, en Granada*. Gaceta de Antropología nº 1, 1982. pp. 7.

Figura 5.24.- Sección longitudinal de bodega semienterrada tradicional, Rioja Alta.

Fuente: MORENO ESCORZA, Javier, *La bodega: modelo de arquitectura sostenible*. Master Arquitectura, Energía i medi ambient, Barcelona, 2008. pp. 53.

Figura 5.25.- Aguas termales en Alhama de Granada.

Fuente: *Breve guía del patrimonio hidráulico de Andalucía*, Agencia Andaluza del Agua, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, Sevilla, 2006, pp. 128.

Figura 5.26.- Río Tinto, La Palma del Condado (Huelva).

Fuente: Elaboración propia, 2010.

Figura 5.27.- Algunos componentes de la noria de madera de la Albolafia, Córdoba.

Fuente: CÓRDOBA DE LA LLAVE, Ricardo, *Tecnologías de las norias fluviales de tradición islámica en la provincia de Córdoba*. II Coloquio Historia y Medio Físico. Agricultura y regadío en Al-Andalus, Almería, 1996. pp. 306.

Figura 5.28.- Sección constructiva y funcional de una molino de rueda vertical, siglo XVI.

Fuente: GOICOLEA ZALA, Javier, *Azudes, molinos y otros aspectos de “Los Veintiún Libros de los Ingenios y Máquinas”*. Revista de Obras Públicas, Madrid, marzo 2000. pp. 63.

Figura 5.29.- Esquemas funcionales de molinos de regolfo.

Fuente: Arriba; CÓRDOBA DE LA LLAVE, Ricardo, VARELA ROMERO, Juan, *El patrimonio histórico hidráulico de la cuenca del Guadajoz, estudio y catalogación*. Ayuntamiento de Baena, Baena, 2011. pp. 13.

Abajo; GARRIDO ARANDA, José Miguel, *Molinos de Andalucía*. III Jornadas Nacionales de Molinología: de la tradición al futuro, Murcia, 2002. pp. 3.

Figura 5.30.- Sección de un molino de cubo, río Odiel (Huelva).

Fuente: GÓMEZ RUIZ, Ricardo, *Molinos en el Río Odiel, un estudio de arqueología industrial en los límites de El Andévalo*. Junta de Andalucía, Consejería de medio Ambiente, 2003. pp. 38.

Figura 5.31.- Localización, a partir de mapas antiguos, de molinos en el cauce alto del río Odiel (Huelva).

Fuente: GÓMEZ RUIZ, Ricardo, *Molinos en el Río Odiel, un estudio de arqueología industrial en los límites de El Andévalo*.

Junta de Andalucía, Consejería de medio Ambiente, 2003. pp. 47.

Figura 5.32.- Molinos del río Majaceite en el Parque Natural de la Sierra de Grazalema, entre Benamahoma y El Bosque (Cádiz).

Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth, 2012.

Figura 5.33.- Primera representación gráfica conocida de un molino de marea ubicado en Puerto Real, Bahía de Cádiz, atribuida a Francisco Lobato del Canto en el siglo XVI.

Fuente: *Salinas de Andalucía*, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 2004, pp. 69.

Figura 5.34.- Sección del Molino de Río Arillo, Bahía de Cádiz.

Fuente: *Salinas de Andalucía*, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 2004, pp. 70.

Figura 5.35.- Molino de marea de Ossio, Puerto Real, Bahía de Cádiz.

Fuente: Energías renovables: paisaje y territorio andaluz. Grupo de Estudios TEXTURA, Sevilla, 2010, pp. 296-297.

Figura 5.36.- Molinos de marea del litoral onubense.

Fuente: *Salinas de Andalucía*, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 2004, pp. 78.

Figura 5.37.- Aerogenerador construido por Charles F. Brush en Cleveland, Ohio (Estados Unidos).

Fuente: Charles F. Brush Special Collection, Case Western Reserve University, Cleveland, Ohio.

Figura 5.38.- Los avances en la aeronáutica revolucionaron la tecnología eólica a partir del empleo de nuevos diseños y materiales.

Fuente: (Arriba) Autogiro de Juan de la Cierva, (Abajo) Juan de la Cierva y sus planeadores. En <http://www.regmurcia.com>.

Figura 5.39.- Aerogenerador de Bourget (Francia), 1929.

Fuente: ROYO COLL, Alfonso, *Sistema de orientación de aerogenerador en el entorno marino*. Proyecto Fin de Carrera. Universidad Pontificia de Comillas, Madrid, 2010. pp. 5.

Figura 5.40.- En esta secuencia podemos observar la evolución experimentada por los aerogeneradores más primitivos. Varían el modelo según el número de palas, la fijación al suelo, etc..

Fuente: SORIA LASCORZ, Enrique, *Situación actual de la Energía eólica*. Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), Mayagüez, 2007.

Figura 5.41.- Secuencia de grandes modelos experimentales de eje horizontal realizados por la NASA en los Estados Unidos.

Fuente: DARREL M., Dodge, *Illustrated History of wind power development*. <http://telosnet.com/wind/index.html>, 2004.

Figura 5.42.- Panorámica de un parque eólico ubicado en Livermore, junto al área de San Francisco, en el estado de California.

Fuente: Elaboración propia, 2008.

Figura 5.43.- Desde el proyecto Vanguard (arriba), la presencia de paneles solares ha sido una constante en los satélites de la NASA.

Fuente: NASA.

Figura 5.44.- Paneles de energía solar fotovoltaica en el Parque N. de Doñana.

Fuente: Elaboración propia, 2009.

Figura 5.45.- En esta serie histórica sobre la evolución de los inventos vinculados a la energía solar térmica podemos reconocer formas y elementos que demuestran la vigencia de sus principios en la tecnología actual de aprovechamiento del recurso.

Fuente: VÁZQUEZ ESPÍ, Mariano, *Una brevísima historia de la arquitectura solar*. Instituto Juan de Herrera. Madrid, 1997.

Figura 5.46.- Instalación solar térmica de agua caliente sanitaria en la Universidad de Almería.

Fuente: A. Javier González Gavira, 2010.

Figura 5.47.- Vista aérea de la Plataforma Solar de Almería, Tabernas (Almería). Se pueden distinguir distintos tipos de equipos y tecnologías solares de concentración que hacen de estas instalaciones un centro de referencia internacional en la investigación solar.

Fuente: A. Javier González Gavira, 2010.

Figura 5.48.- Gran nave de la Exposición de la Electricidad de París iluminada por Edison (arriba). Primer transporte de electricidad de H. Fontaine, Viena 1873 (abajo).

Fuente: MARTÍNEZ-VAL, José María, *Cien años de progreso de la electricidad y su tecnología, Compañía Sevillana de Electricidad, Cien Años de Historia*. Fundación Sevillana de electricidad. Sevilla, 1994, pp. 72, 75.

Figura 5.49.- Central Hidroeléctrica de Niágara, Buffalo (Estados Unidos), 1895.

Fuente: MARTÍNEZ-VAL, José María, *Cien años de progreso de la electricidad y su tecnología, Compañía Sevillana de Electricidad, Cien Años de Historia*. Fundación Sevillana de electricidad. Sevilla, 1994, pp. 77.

Figura 5.50.- (Izquierda), Plano General de las Instalaciones del Proyecto de canalización y aprovechamiento de energía del Guadalquivir entre Córdoba y Sevilla. (Derecha), Fases de construcción de la presa del Jándula, Jaén.

Fuente: BERNAL RODRÍGUEZ, Antonio Miguel, *Historia de la Compañía Sevillana de Electricidad (1894-1983), Cien Años de Historia*. Fundación Sevillana de electricidad. Sevilla, 1994, pp. 214, 215.

Figura 5.51.- Cabeza del recalentador de una locomotora de vapor visto desde la caja de humos (Estados Unidos), 1922.

Fuente: Locomotive Cyclopedia of American Practice.

Figura 5.52.- Central mareomotriz del Rance, Bretaña (Francia), 1966. Abajo, esquema funcional de la central.

Fuente: Elaboración propia, 2006.

6.- ENERGÍAS RENOVABLES. APROVECHAMIENTO.....

6.1.- Recurso y emplazamientos.

6.1.1. Recursos eólicos.

6.1.2. Radiaciones solares.

6.1.3. Recursos renovables.

6.2.- Sistemas de aprovechamiento.

6.2.1. Aerogeneradores y parques eólicos.

6.2.2. Plantas y paneles solares.

6.2.3. Otros sistemas renovables.

.- Referencias de las figuras.

6.- ENERGÍAS RENOVABLES. APROVECHAMIENTO.....

Existen recursos energéticos renovables en la práctica totalidad de la superficie del planeta. Sin embargo, los parámetros con los que concurren (intensidad, frecuencia, variabilidad, etc.) o las dificultades de explotación, en un enclave determinado, establecen el límite entre la viabilidad o no de su aprovechamiento. Ambos factores aparecen estrechamente ligados a las características de los emplazamientos, de cuyo conocimiento detallado podemos extraer las claves de una explotación responsable de sus recursos. El segundo elemento que amplía o limita el rango de enclaves, susceptibles de aprovechamiento, es la tecnología disponible. Esta ha experimentado un notable desarrollo en los últimos años, al abrigo de iniciativas de fomento de las renovables. Con las mejoras tecnológicas, y el aumento de emplazamientos potenciales, se ponen las bases del acercamiento entre los puntos de consumo y de producción energéticos. Este es, probablemente, uno de los grandes paradigmas del aprovechamiento sostenible de los recursos energéticos renovables.

6.1 RECURSO Y EMPLAZAMIENTOS :

Una de las características fundamentales de los recursos renovables, y probablemente su principal rasgo distintivo frente al resto de fuentes energéticas, consiste en su perfecta simbiosis con el medio del que emanan. Su concepción requiere la acción conjunta de una serie de procesos naturales, tanto globales como locales, que son similares a los que han moldeado el territorio sobre el que los podemos localizar. Esta génesis compartida justifica la aparición de un fenómeno de identificación, entre los recursos energéticos renovables y el soporte territorial, que posteriormente alcanza al hombre y el modo en el que se relaciona con su entorno.

Por todo ello podemos concluir que de un conocimiento detallado de los condicionantes del lugar podemos extraer las propias claves del aprovechamiento responsable o renovable de sus recursos. Hablamos de lógicas naturales que cubren un amplio rango cuya intensidad abarca desde la contundencia de la radiación solar en latitudes meridionales hasta la sutileza de la presencia de una fuente geotérmica en un enclave determinado. Nos referimos a leyes naturales que con frecuencia siguen siendo inescrutables para el hombre.

Sin embargo esta imprevisibilidad, probablemente el mayor hándicap con el que cuentan las energías renovables, no encaja con las exigentes condiciones que imponen las necesidades de abastecimiento energético de las actividades humanas. Aquí reside el elemento fundamental que preside la selección de enclaves susceptibles de aprovechamiento o emplazamientos.

Si bien en la mayoría de lugares concurren recursos renovables (sol, viento, etc.), estos habitualmente no lo hacen con la intensidad y frecuencia que requiere su correcta explotación. Las principales limitaciones vienen fijadas por el nivel tecnológico disponible que permitiría su aprovechamiento y por la anteriormente comentada dificultad que conlleva realizar previsiones fiables.

La evaluación de los recursos renovables ha mejorado notablemente, a partir del conocimiento aportado por satélites meteorológicos y otras herramientas tecnológicas, permitiendo la confección de familias de mapas y atlas. No obstante, la calibración exacta de la idoneidad de un emplazamiento concreto requiere la realización de campañas de mediciones “in situ”.

6.1.1. Recursos eólicos

El término “eólico” hace referencia, a partir de su acepción clásica, al viento. Según la mitología griega¹, Eos fue hija de los titanes Hiperión y Tía y engendró en su matrimonio con Astreo a los vientos norte, oeste y sur y otras estrellas del firmamento. Los griegos sostenían que el viento era un agente fertilizante.

El viento se genera debido a la acción conjunta de una serie de efectos térmicos, dinámicos y locales que determinan las características finales del mismo. Las radiaciones solares captadas por la superficie de la tierra generan diferentes presiones atmosféricas que producen desplazamientos de las masas de aire, desde las zonas de alta presión hacia las zonas de baja presión. Esta acción térmica origina una vasta circulación desde el ecuador a los polos, que se verá alterada por los denominados efectos dinámicos (rotación de la tierra) y efectos locales. La rotación terrestre provoca una aparente desviación en estos movimientos del aire, tendiendo hacia la derecha en el hemisferio norte y hacia la izquierda en el hemisferio sur.

¹ GRAVES, Robert, *Los Mitos Griegos*, Madrid, Alianza Editorial, S.A., 1985, pp. 44-50.

Finalmente, los condicionantes locales (topográficos y climatológicos) producen vientos locales que en determinados lugares son más fuertes que los globales. Surgen de este modo vientos que han recibido nombres propios (cierzo, gregal, siroco, levante, mistral, tramontana, solano, ábrego, etc.) por los pobladores de las áreas sobre las que ejercen su influencia. Estas denominaciones muestran un fenómeno de personificación sin parangón respecto a otras fuerzas de la naturaleza.

La explotación energética del viento trata de aprovechar el potencial de este recurso en las capas más bajas de la atmósfera. Existen estimaciones que sitúan la energía contenida en los vientos entre el 1- 2% del total de la energía solar que alcanza la tierra². No obstante, en la práctica sólo se aprovecha una pequeña parte de esta cifra debido fundamentalmente a las características propias del viento y a las limitaciones técnicas para su explotación. Buena parte de este recurso eólico lo encontramos en forma de corrientes moviéndose a más de 400 kilómetros por hora y a una altura de unos doce mil metros sobre el nivel del mar.

² Lo que supone cerca de dos billones de toneladas equivalentes de petróleo anuales, cantidad doscientas veces mayor que la energía consumida por todos los países del mundo en un año.

La compleja interacción de efectos que contribuyen a la generación del viento es la responsable de una de sus principales propiedades, la variabilidad. Normalmente el viento aparece en forma de rachas con dirección e intensidad variable. A pesar de su constante presencia sobre la superficie de la tierra, hasta ahora no se sabe con la suficiente antelación con que intensidad va a soplar. La dificultad que conlleva la predicción del comportamiento del viento supone uno de los mayores retos de la explotación de la energía eólica. Fruto de esta preocupación, es la importancia que se comienza a otorgar a los proyectos de predicción en la producción eólica apoyándose en las nuevas tecnologías disponibles.

En la actualidad disponemos de algunas bases de datos que contienen evaluaciones sobre el recurso eólico a escala europea, estatal y regional³. Pero no debemos obviar el carácter meramente prospectivo e indicativo de estos estudios, que no suelen considerar determinados condicionantes locales y deben completarse con campañas de cálculo de la potencia eólica para cada emplazamiento.

³ Como el Atlas Eólico de España, elaborado para el IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía), siguiendo un modelo de simulación meteorológica y de prospección del recurso eólico a largo plazo. Consultar en <http://atlaseolico.idae.es/>

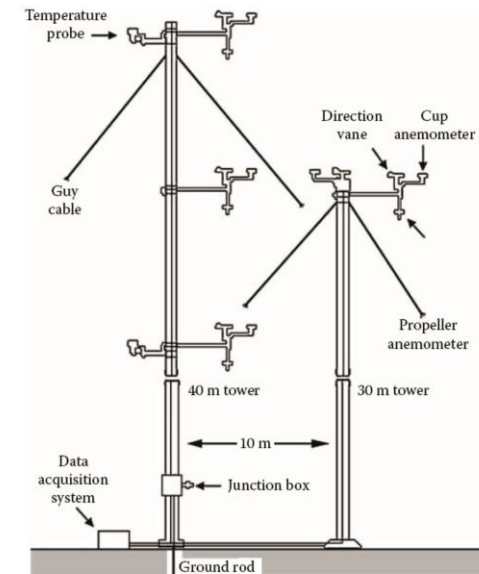


Figura 6.1.-
Sistema de medición de
turbulencias en el viento .

Algunos de estos estudios específicos⁴, para determinar el potencial eólico disponible en un enclave concreto, incluyen:

- Campañas de medidas: toman durante un periodo de tiempo de al menos un año los valores de la velocidad del viento, dirección del viento, temperatura y presión atmosférica. Para su elaboración se instalan varias torres de medida (equipadas con anemómetros, veletas, termómetros, etc. situados a distintas alturas en cada punto de medida) que deben ubicarse de forma que eviten los obstáculos (edificios, árboles, etc.) del área objeto del estudio.
- Control de calidad de los datos: consiste en la validación de los datos para eliminar los erróneos.
- Tratamiento estadístico de los datos del viento: para describir el comportamiento del viento mediante funciones de distribución de probabilidad. Se obtienen parámetros como la velocidad media, las direcciones predominantes y el perfil vertical del viento.

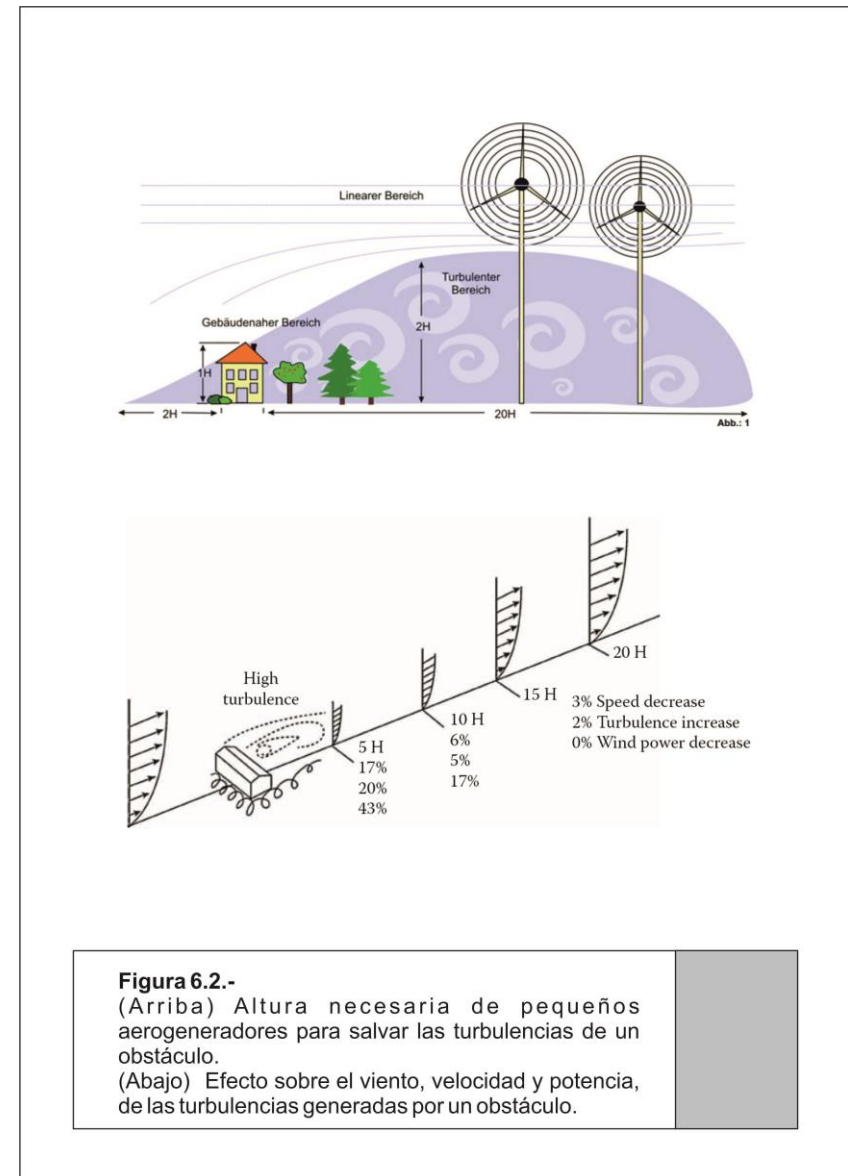
- Perfil Vertical del Viento: para considerar el efecto del rozamiento del aire con la superficie del terreno, influye la rugosidad superficial y la orografía del suelo.
- Consideración de turbulencias y ráfagas: mediante el estudio de la Intensidad de Turbulencia (variación temporal y espacial de la velocidad del viento) y el Factor de Rafagosidad.
- Estimación de la producción energética: de un aerogenerador a lo largo de un año, en función de la distribución de la velocidad del viento sobre el emplazamiento y las características técnicas del aerogenerador.
- Modelización de la distribución del recurso eólico mediante un modelo de campo de viento: que extrapola espacialmente las medidas de viento a la posición de varios aerogeneradores.

Una vez concluidos estos estudios se procede al diseño del parque eólico y al posterior cálculo de su producción energética. Suelen precisarse varios diseños previos, considerando las pérdidas energéticas de las estelas entre aerogeneradores, hasta obtener el diseño que optimiza la producción en ese emplazamiento.

⁴ “CANTERO, Elena y MARTÍ, Ignacio, *Evaluación del recurso eólico, en Situación actual de la energía eólica: recursos, tecnología, aspectos medioambientales, normativa*, Centro Nacional de Energías Renovables, CENER, Sarriguren (Navarra), enero 2005”.

Una de las principales características del viento es su variabilidad, de ahí la complejidad que conlleva la localización de **emplazamientos** que garanticen la viabilidad de una instalación eólica. El recurso eólico, en aquellas áreas en las que se ha detectado potencial, será susceptible de aprovechamiento si es compatible con las técnicas de explotación disponibles en la actualidad.

Estas fijan el funcionamiento de los aerogeneradores para unas condiciones de velocidad del viento comprendida dentro de una franja concreta e impiden la ejecución de instalaciones sobre pendientes excesivas o para determinadas características geotécnicas del terreno. Podríamos resumir que la idoneidad de un emplazamiento dependerá fundamentalmente de las características del viento presente y de los propios condicionantes físicos del mismo (orografía, rugosidad de la superficie, elementos del entorno, etc.). No debemos considerar los emplazamientos como meros soportes pasivos sobre los que viento actúa, ya que el relieve y su “acabado” superficial pueden producir notables variaciones en la fuerza y dirección del viento. La presencia de obstáculos tales como edificios, árboles, accidentes del terreno, etc. actúa a modo de “pantalla” y provocan turbulencias muy perjudiciales para el correcto funcionamiento de los mismos.



De ahí que los emplazamientos más favorables correspondan a cerros y colinas que dominan grandes extensiones de terrenos llanos y despejados, llanuras y mesetas despejadas, brechas de montañas y costas, la propia superficie de los océanos y mares⁵ etc. No obstante tampoco se pueden descartar las zonas menos elevadas, ya que la posición relativa de sus líneas de pendiente respecto a los vientos dominantes propicia la aparición de efectos que podrían ser aprovechables en determinados casos. Y es que cuando los accidentes del terreno se presentan en forma de vaguadas y depresiones paralelas a la dirección del viento dominante, se produce un efecto de acompañamiento o “túnel” que genera una aceleración en el viento.

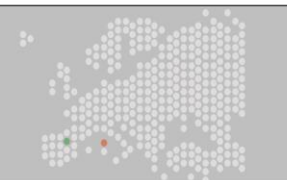
De una parte tenemos que la elevación del terreno podría evitar la aparición de pantallas y como la velocidad del viento aumenta con la altura. También ocurre que la implantación de aerogeneradores en las inmediaciones de depresiones, paralelas a la dirección en la que sopla el viento, puede resultar beneficiosa.

⁵ De ahí que los parques marinos, ante la escasez de ubicaciones favorables en tierra firme debido a que ya están ocupadas por parques eólicos o protegidas por legislaciones sectoriales, se hayan convertido en uno de los escenarios con más futuro en el desarrollo de la explotación del recurso eólico.



Figura 6.3.-

- (Arriba) Parque eólico sobre una cresta en Córcega, Francia.
- (Abajo) Parque eólico en una meseta, La Muela, Zaragoza.



Aunque disponemos de mapas⁶ con las áreas más favorecidas por el recurso eólico, y ante la complejidad de ciertos terrenos, es manifiesta la dificultad que conllevaría la emisión de juicios apriorísticos (apoyados exclusivamente en esos mapas) sobre la idoneidad de un determinado emplazamiento. Reiteramos que esta información debe completarse con la realización de campañas de mediciones específicas para cada emplazamiento concreto.

Existen consideraciones legales, no menos importantes que las físicas, que pueden impedir el aprovechamiento energético de un emplazamiento. En este sentido es preciso acudir a numerosas legislaciones sectoriales que introducen restricciones en los usos del suelo que afectan a la explotación de la energía eólica. Podemos destacar las limitaciones recogidas para los suelos de especial protección, las afecciones derivadas de otras infraestructuras, el establecimiento de distancias mínimas a núcleos urbanos, a la línea de costa etc.

⁶ En el ámbito europeo podemos destacar la publicación de un atlas eólico en Dinamarca “TROEN, I y PETERSEN, E.L., *European Wind Atlas*, Roskilde, RisØ National Laboratory, 1989”. En España destacan los mapas eólicos del Instituto Nacional de Meteorología “BERMEJO-BARÓ, M, *Mapa eólico nacional: resúmenes energéticos por comunidades autónomas*, Madrid, Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medioambiente, 1994”.

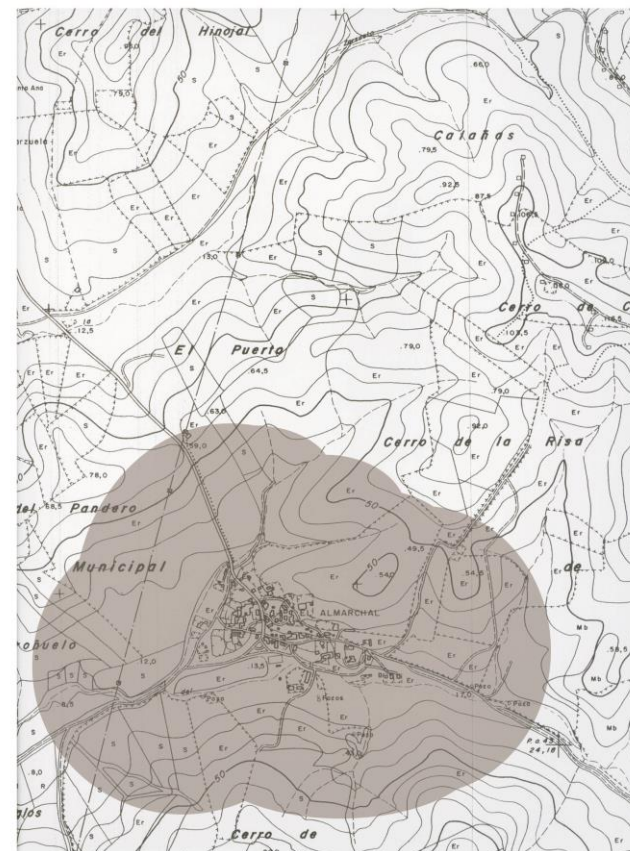
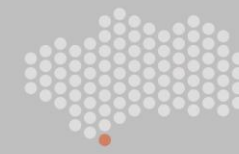


Figura 6.4.-
Plano nº 8 del P. Especial de Zonificación de las Instalaciones Eólicas de Tarifa, en el que observamos el área de exclusión en torno al núcleo de El Almarchal.



Concluiremos revisando las características específicas de los **emplazamientos marinos**, cuyo aprovechamiento aún requiere una inversión mucho mayor que el de un parque eólico terrestre. Por ello sólo con potencias muy elevadas, del orden de 10 a 20 veces superiores a los parques terrestres, se encuentra la rentabilización de la inversión por unidad de potencia que requieren estos proyectos.

El citado aumento de los costes es deudor, en buena parte, de las características intrínsecas a los propios emplazamientos “offshore”. Los estudios previos a la implantación de un parque eólico marino son más complejos que para un parque terrestre e incluyen el análisis de la salinidad, corrientes, temperatura externa y del agua, oleaje, etc.

Una vez concluidas positivamente las campañas de mediciones del recurso eólico y las condiciones marinas, la principal limitación para el desarrollo de la tecnología “offshore” viene marcada por la profundidad máxima del enclave seleccionado. En la actualidad se acepta como límite de la tecnología disponible, para hacer viable económicamente la explotación energética del viento en el mar, una profundidad comprendida entre los 25 y 30 metros.

Dadas las características del litoral español, y más concretamente su plataforma oceánica, el límite a la profundidad admisible descarta buena parte de los enclaves potenciales. Este parámetro influye directamente en costes como la cimentación, montaje de los aerogeneradores y las labores de mantenimiento y control.

Podemos concluir que la presencia de viento, con las propiedades adecuadas a la tecnología disponible, en sectores con escasa profundidad determina la selección de los enclaves susceptibles de aprovechamiento. En este caso debemos contar con la presencia cercana, al área de explotación, de redes de evacuación de la energía generada. En su defecto, caso más habitual dada las características de los emplazamientos potenciales, nos enfrentamos al segundo elemento que más encarece la implantación de parques eólicos marítimos: el trazado de líneas propias para el vertido al sistema de la electricidad producida.

Finalmente, destacar como las adversas condiciones de humedad y corrosión presentes en el medio marino han sido eficazmente superadas mediante la aplicación de tratamientos específicos.

No obstante, y tras detallar los aspectos menos favorables, resaltaremos como las características de los emplazamientos marinos y las propiedades de los vientos en estos enclaves pueden resultar idóneas para el aprovechamiento energético del recurso eólico. La gran planicie que constituye la superficie marina y la ausencia de obstáculos relevantes que sobresalgan tales como lomas, crestas, vegetación etc., favorecen la circulación del viento a velocidades superiores que en tierra firme. Incluso, gracias a la disminución de turbulencias, podemos hablar de una mayor vida útil de los aerogeneradores frente a modelos similares ubicados en tierra. Igualmente, las referidas propiedades de los vientos en los enclaves marinos, menor presencia de turbulencias debido a una mayor estabilidad térmica, permiten una notable reducción en la altura de las torres y un desarrollo de la potencia instalada más continuo. Concluiremos destacando que la inmensidad del medio marino, en contraste con la escasez de emplazamientos disponibles en tierra firme y las limitaciones espaciales de rigor (núcleos de población, áreas protegidas, pendientes excesivas, etc.), pone a disposición de los técnicos enormes áreas susceptibles de explotación otorgándoles una condición de partida que permite vislumbrar grandes proyectos.

6.1.2. Radiaciones solares.....

El potencial energético que nos brinda la acción del Sol es de tal magnitud que resulta complejo de calibrar. Como hemos expuesto en capítulos anteriores el Sol es responsable, directo o indirecto, de la mayor parte de procesos que se desarrollan en la Tierra. Algunos estudios concluyen que aprovechando la energía solar que cada año recibe una pequeña porción del desierto del Sahara, se podría satisfacer la demanda energética mundial⁷. No obstante debemos acotar, para no desviar el objeto del presente documento, y señalar aquellos conceptos de especial relevancia en cuanto a la proyección territorial del aprovechamiento del recurso solar.

Comenzaremos definiendo lo que podríamos entender como recurso energético solar de un emplazamiento. Estaríamos ante una definición de recurso solar asimilado a la cantidad de energía contenida en la radiación solar que se registra en dicho enclave. Para hacer efectivo el aprovechamiento energético de este recurso hace falta la implantación de sistemas de conversión de la radiación solar.

⁷ ALEKLETT, Kjell, *Sistemas de energías renovables en la eliminación gradual de los combustibles fósiles*. Andalucía renovable. Agencia Andaluza de la Energía, Sevilla, 2011, pp. 172.

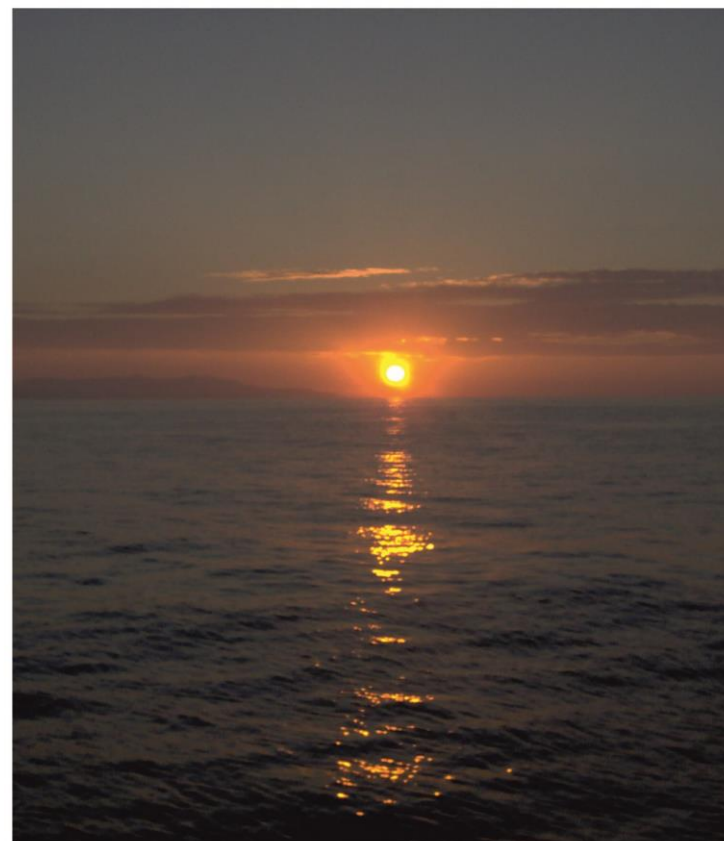


Figura 6.6.-
El alba da paso a la primera luz del día.



Las radiaciones solares, como ocurre con la práctica totalidad de otras fuentes renovables, podrían considerarse como un recurso energético de bajo rendimiento y que por tanto exige a las instalaciones de captación una proyección territorial más extensiva que las energías convencionales. La radiación solar que incide en un punto y momento concreto depende fundamentalmente de la posición relativa de la Tierra respecto del Sol en ese instante y del papel que desempeña la atmósfera terrestre. Simplificando al máximo podemos indicar que la acción solar genera procesos de intercambio energéticos entre la corteza y la atmósfera terrestre. De ahí que podamos establecer un determinado patrón, a partir de ciclos más o menos periódicos y estacionales, que nos permite elaborar mapas con la irradiancia global media en un periodo de años⁸.

No obstante no debemos ignorar la influencia de fenómenos impredecibles, tanto naturales (nubosidad, bruma, etc.) como artificiales (polución atmosférica), en este flujo energético. Y es que el aprovechamiento de la energía solar está sometido a la imprevisibilidad, con el nivel de prospección disponible hoy en día, que caracteriza a las energías renovables.

⁸ Como el Atlas de Radiación Solar en España (1983 – 2005) de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).



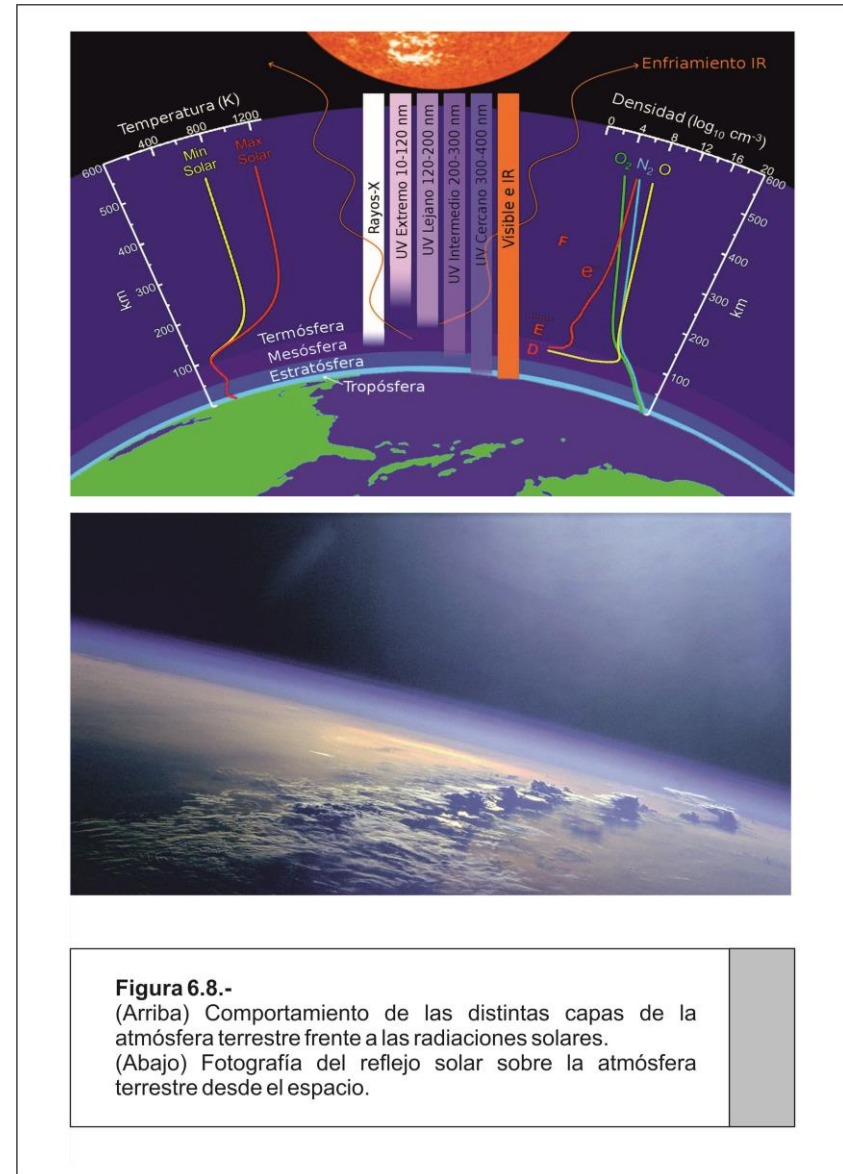
Figura 6.7.-
Disposición de los sensores en una Estación Radiométrica completa de la Agencia Estatal de Meteorología.



La evaluación del recurso solar surge del conocimiento de su propia naturaleza así como de la interrelación entre sus pautas susceptibles de pronóstico (partiendo de parámetros como declinación, latitud y ángulo horario) y las aleatorias (en base a la combinación de la acción del viento y la orografía con la polución o la nubosidad).

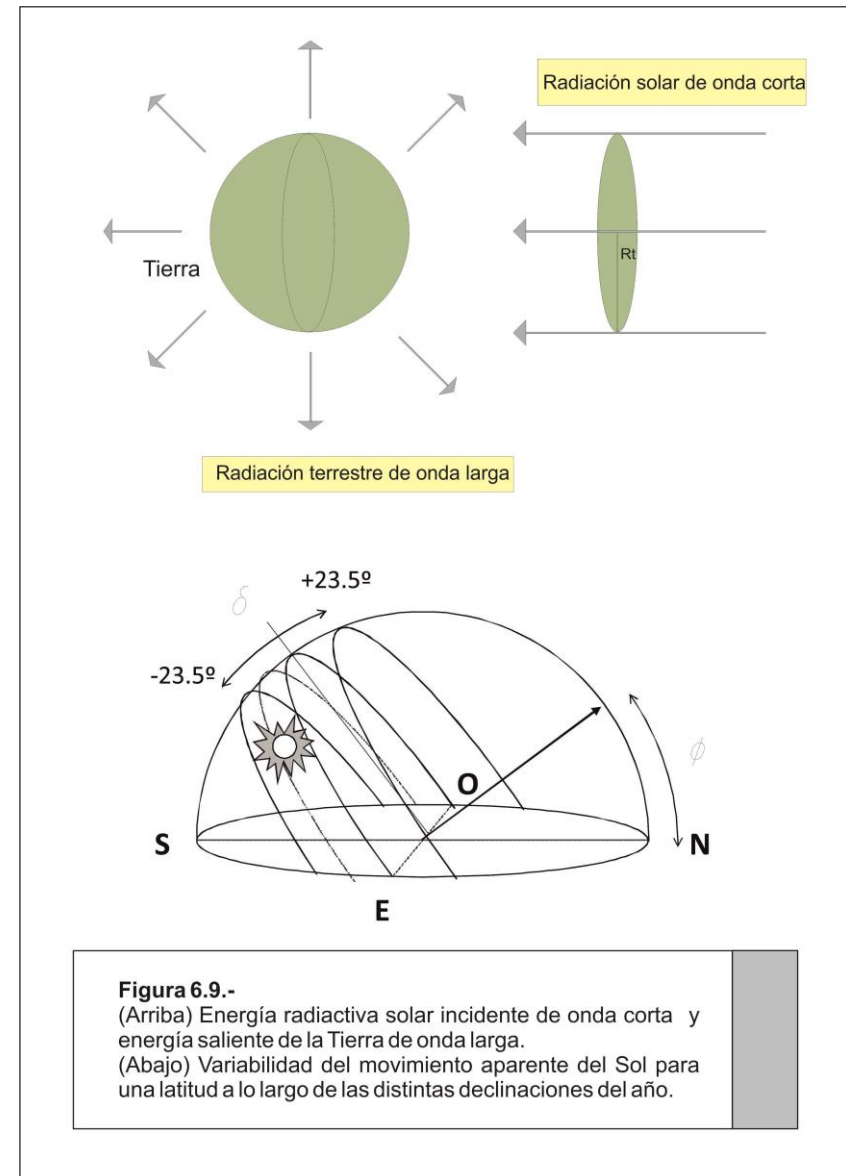
En lo que respecta a la naturaleza del recurso solar hay que decir que el sol emite un espectro concreto de radiación, que como veremos a continuación constituye una de las claves de su potencial aprovechamiento. La intensidad de la radiación solar apenas se ve alterada antes de entrar en contacto con la atmósfera. Sin embargo cuando la radiación solar atraviesa la atmósfera terrestre, es sometida a fenómenos de absorción, refracción, reflexión y difusión. Esto justifica que llegue a la superficie terrestre con una intensidad menor y descompuesta en radiación directa (que no sufre cambio de dirección al atravesar la atmósfera) y radiación difusa (que sufre cambios en su dirección por efectos de reflexión y difusión). De esta forma se concluye que la radiación global es la suma de las radiaciones directa y difusa⁹.

⁹ YÁNEZ, Guillermo, *Arquitectura solar: aspectos pasivos, bioclimatismo e iluminación natural*. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, MOPU, Madrid, 1988, pp. 65



Una vez diferenciadas las componentes de la radiación solar, resulta factible determinar su comportamiento diario. La intensidad de la componente directa es más elevada en las horas centrales del día, al completar los rayos solares un menor recorrido, y sufre una importante bajada durante el alba y el ocaso. Por su parte, la radiación difusa tiene una menor aportación energética que la directa, salvo en determinados enclaves. Se considera que procede del conjunto de la bóveda celeste, al no tener una dirección predominante establecida por la posición del Sol, y resulta clave en días nublados. Sobre las otras pautas deterministas¹⁰, ciclos estacional y diario y variabilidad geográfica, representables por relaciones entre parámetros astronómicos, nos detendremos a continuación. La evolución diaria y estacional del ángulo de incidencia de la radiación solar, de acusada dependencia con la latitud del emplazamiento, constituye la primera dependencia geográfica a considerar a la hora de evaluar las formas de aprovechamiento del Sol como recurso energético. Esto se debe a que el recorrido del sol sobre la bóveda celeste está determinado por la declinación, que incorpora la variabilidad estacional, y especialmente por la latitud geográfica.

¹⁰ PÉREZ GARCÍA, Manuel, *Energía Solar*. Energías renovables: paisaje y territorio andaluz. Grupo de Estudios TEXTURA, Sevilla, 2010, pp. 171-187.



A partir de estos principios y con el eficaz soporte que suponen las nuevas tecnologías (satélites meteorológicos, red de estaciones radiométricas terrestres, simuladores y modelos climáticos, etc.), se han ido obteniendo algunas claves¹¹ que determinan la idoneidad de los **emplazamientos** en la Península Ibérica:

- Para la obtención de los valores de la irradiancia global y directa existe un marcado gradiente latitudinal que, al ubicarse en el hemisferio norte, otorga valores máximos en los territorios meridionales y mínimos en los septentrionales.
- Este gradiente radiactivo hacia el Sur se incrementa notablemente en cadenas montañosas con orientación predominante con eje Este-Oeste así como en depresiones y zonas costeras llanas.
- El gradiente latitudinal tiene una clara dependencia estacional que lo intensifica en verano, si bien este efecto es más acusado en la mitad norte ya que en la mitad sur apenas se da este contraste.

- La cantidad de radiación se ve disminuida en algunas áreas ante la presencia de nubes orográficas de cierta persistencia. Este fenómeno se debe a la confluencia de sistemas montañosos con vientos dominantes de componente más o menos estable. Sólo quedan salvaguardados del mismo algunos enclaves de alta montaña.
- De forma análoga acontece con grandes áreas urbanas e industriales y la “sombra” generada por la polución ambiental emitida.
- Otros episodios meteorológicos, como la concentración de partículas en suspensión transportadas por el aire desde lugares remotos, también producen un efecto que aumenta la radiación difusa frente a la directa. Es el caso de la llegada periódica de partículas de origen sahariano a las zonas más próximas (como las Islas Canarias y más ocasionalmente a Andalucía).

Buena parte de este conocimiento procede de los resultados obtenidos para la elaboración de mapas y atlas solares, que deben ser completados con campañas de recogida de datos para un enclave concreto antes de seleccionar un emplazamiento.

¹¹ *Atlas de radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT*. Agencia estatal de Meteorología, Madrid, 2005, pp.29-30.

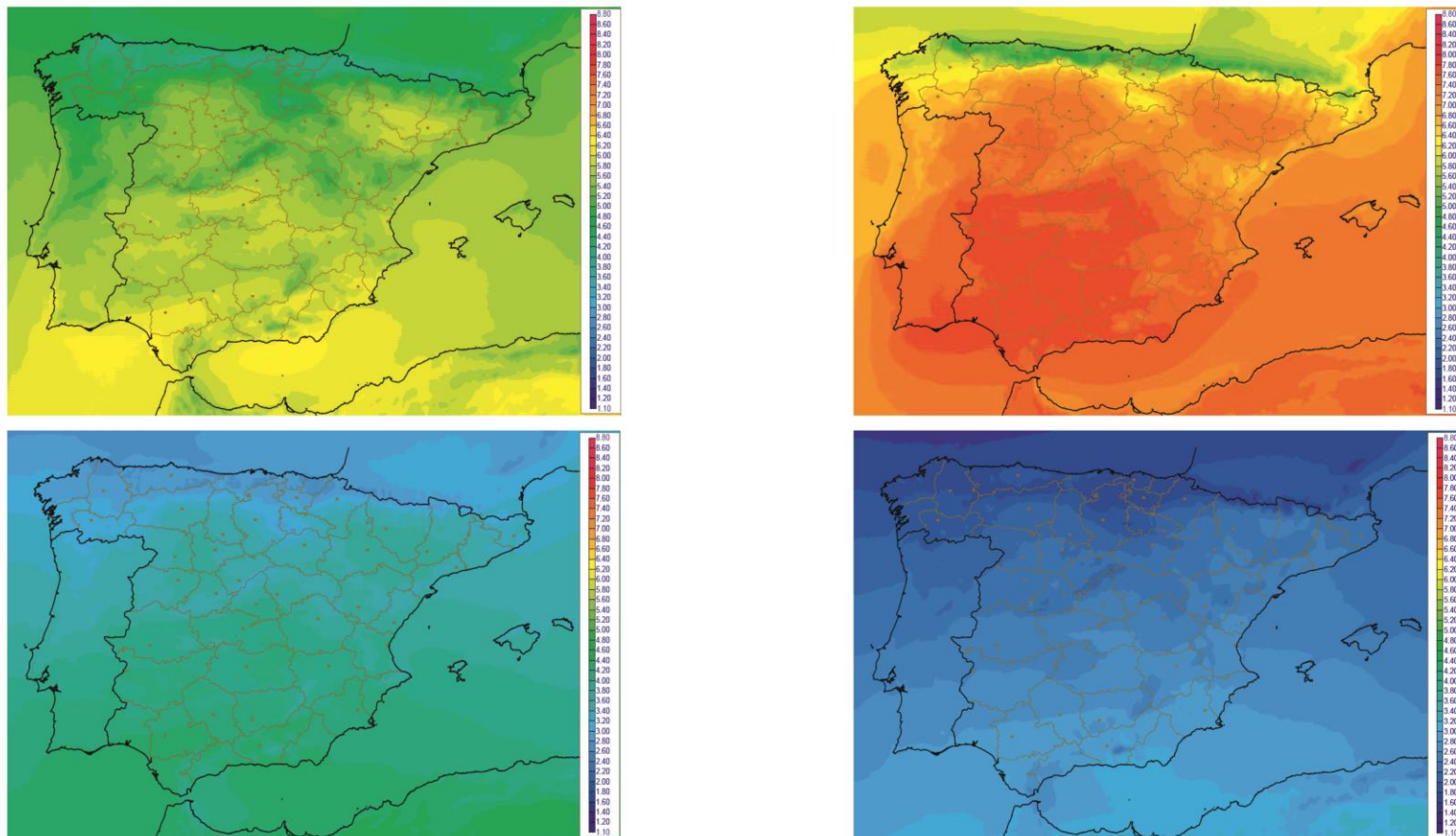


Figura 6.10.-

Mapas de la Península Ibérica con la Irradiancia Global media, en el periodo 1983 - 2005, en las distintas estaciones climatológicas. De izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: primavera, verano, otoño e invierno.



6.1.3. Recursos renovables.....

La energía **hidráulica** está contenida en los caudales (energía cinética) y caídas de agua (energía potencial) presentes en la corriente de ríos, saltos de agua o canales. Esta acumulación de energía es posible a partir del descenso que sigue el agua continental desde las cotas más elevadas (montañas y cordilleras) hasta las más bajas (llanuras, grandes lagos y zonas costeras). El denominado ciclo hidrológico tiene su origen en el calentamiento y evaporación, por parte del Sol, de las grandes masas de agua que convertidas en nubes precipitan en cotas superiores.

En condiciones naturales, la energía hidráulica es una de las principales responsables del modelado del territorio mediante la erosión de riberas, arranque y desplazamiento de materiales, etc. Mediante su acción se perfila cada día la forma de valles, estuarios, cascadas, grutas, etc. El potencial energético que alberga este recurso es bien conocido por el hombre, desde tiempos remotos, lo que le ha permitido desarrollar el *“arte de conducir, contener, elevar y aprovechar las aguas”*¹².

¹² Según una de las acepciones que el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española otorga al término hidráulica. Consultar en <http://www.rae.es/>.

De forma análoga al conjunto de energías renovables, la hidráulica está condicionada a la disponibilidad de un recurso que marcan, en este caso, las temporadas pluviométricas. Si bien la pluviometría es uno de los parámetros más característicos y estudiados de las áreas climáticas, resulta complejo prever con la antelación suficiente el comienzo de periodos de sequía o la llegada lluvias torrenciales.

Se cuenta con una amplia red de estaciones pluviométricas, distribuidas por el territorio, que recogen las precipitaciones. Estas registran las precipitaciones medias estacionales (referidas a estaciones meteorológicas y no astronómicas), lo que posibilita establecer su homogeneidad y distribución a lo largo del año. El tratamiento de estos datos permite la confección de tablas y mapas con amplia información sobre series históricas, precipitaciones máximas y mínimas en 24 horas, precipitaciones medias mensuales, actividad tormentosa, etc.

El conocimiento de la pluviometría, una de las claves del ciclo hidrológico, resulta fundamental a la hora de establecer el régimen fluvial y, por consiguiente, el potencial energético que contiene una determinada cuenca hidrográfica.

Por su parte, algunos autores¹³ definen el potencial hidroeléctrico como la capacidad anual de producción de energía hidroeléctrica de un territorio considerando el potencial teórico como el número de kilovatios-hora (kWh) producibles una vez efectuadas las correcciones debidas a riegos, abastecimientos y otros usos prioritarios del agua.

En el ámbito español debemos remontarnos a 1980 para encontrar la última evaluación del potencial hidroeléctrico (MOPU, 1980). Este estudio se estructura a partir de una distribución por cuencas, como se puede consultar en la tabla de la derecha. La tabla incluye una distinción entre aprovechamientos pequeños y aprovechamientos medianos-grandes, lo que posteriormente será muy útil para determinar las instalaciones adscritas al régimen especial. En el mismo estudio el potencial se estableció atendiendo al tamaño de los ríos, limitándose a evaluar aquellos con aportaciones medias anuales superiores a 200 Hm³. En lo que respecta al ámbito andaluz, el mayor potencial se concentra en la extensa ribera del Guadalquivir y en las laderas de Sierra Nevada.

¹³ MEDINA QUESADA, M^a Ángeles, OGÁYAR FERNÁNDEZ, Blas, DE LA CASA HERNÁNDEZ, Jesús, *Hidráulica. Energías renovables: paisaje y territorio andaluz*. Grupo de Estudios TEXTURA, Sevilla, 2010, pp. 211.

Cuenca	Potencial actualmente desarrollado	Potencial futura utilización			Potencial técnicamente desarrollable
		Aprovechamiento		Total	
		Medianos / Grandes	Pequeños		
Norte	10.600	9.300	2.700	12.000	22.600
Duero	6.700	4.200	600	4.800	11.500
Tajo	3.900	4.200	600	4.800	8.700
Guadiana	300	300		300	600
Guadalquivir	400	500	300	800	1.200
Sur	200	100	300	400	600
Segura	100	600	100	700	800
Júcar	1.200	1.000	400	1.400	2.600
Ebro	7.600	7.000	1.400	8.400	16.000
Pirineo Oriental	600	100	300	400	1.000
TOTAL	31.600	27.300	6.700	34.000	65.600

Figura 6.11.-
Potencial hidroeléctrico en España (GWh/año), 1980.



Una vez acotados algunos de los factores fundamentales que determinan la viabilidad para el aprovechamiento energético de un curso de agua, como son la fluctuación del caudal y el desnivel, analizaremos las características que deben reunir los emplazamientos en los que implantar las instalaciones. A partir de estos parámetros podríamos distinguir entre:

- Emplazamientos en los que el agua fluye con un caudal cuyos mínimos estacionales son suficientes para que no se detenga el aprovechamiento hidroeléctrico. Estos enclaves no precisan de obras de retención o regulación del agua, como presas o embalses, y suelen encontrarse en la práctica totalidad de grandes ríos con independencia de la existencia de desnivel. Se dan en valles y depresiones.
- Emplazamientos donde existe un desnivel de pequeña altura, menos de 14,99 metros¹⁴, y cuentan con la aportación de un caudal mínimo estable. Suelen precisar obras, de regulación o retención, aunque pueden encontrarse sin las mismas cuando el caudal lo permite. Están localizados en terrenos llanos o suavemente ondulados.

- Emplazamientos donde existe un desnivel de gran altura, más de 50 metros, y en los que el caudal ya no es tan determinante. Requieren obras de regulación y retención. Están localizados en terrenos montañosos.

La correcta selección de un emplazamiento hidráulico, y de la tecnología aplicada, conlleva una notable reducción en la alteración del medio sobre el que se implanta. Y es que la puesta en funcionamiento de la mayoría de las centrales hidráulicas, precisa la ejecución de importantes obras civiles que tienen repercusiones medioambientales. Sin considerar la alteración que supone la fase de construcción (turbidez de agua por el polvo, vertidos al río, etc.), la modificación del régimen natural del curso de agua o la alteración del drenaje y del ecosistema acuático son algunos de los impactos que deben ser debidamente calibrados durante la fase de planificación. De ahí que dentro de la energía hidráulica se distinga en función del rango de potencia al estar relacionado con el impacto ambiental. Las minicentrales hidráulicas o centrales minihidráulicas son las que tienen una potencia inferior a 10 MW. Estas centrales de menor rango de potencia, consideradas instalaciones renovables, serán las que nos ocupen en el presente estudio.

¹⁴ LUDIN, Adolfo, *Aprovechamiento hidroeléctrico del Río Negro. Lit. e Imp. del comercio*, Montevideo, 1930.

Otro recurso energético renovable que requiere tratamiento diferenciado, aunque incluido por algunos autores en el grupo de los aprovechamientos hidráulicos, es la energía **mareomotriz**. Consiste en el aprovechamiento de la diferencia de energía potencial del agua marina entre la pleamar y la bajamar. Andalucía, como venimos apuntando, es relativamente rica en recurso mareomotriz en el área del Golfo de Cádiz (algunos estudios estiman un potencial total de 50 MW). Ello se debe a la concurrencia de marismas, ríos, caños, esteros, corrales, etc., con un rango de marea suficiente.

En la selección de emplazamientos también se tiene en cuenta su accesibilidad, debido a que las marismas constituyen un medio de acceso comprometido con terrenos muy fangosos (lo que dificulta cualquier actuación). El máximo aprovechamiento se consigue en una zona media intermareal, siempre en relación directa de la altura de la marea. El emplazamiento más habitual en la costa andaluza se localiza de forma perpendicular a un caño natural que aporta el agua suficiente a la denominada caldera. Se requiere de una intervención consistente en el cegado del caño para obligar al agua a pasar, mediante arcos y canales, por los bajos de la instalación¹⁵.

Siguiendo con los recursos energéticos marinos podemos destacar otras fuentes sobre las que se viene trabajando hace varias décadas. Dado que la ocupación terrestre de buena parte de ellos es nula o muy restringida, reduciéndose a algunas instalaciones de apoyo, nos limitaremos a realizar una breve descripción de los mismos.

Los primeros estudios de prospectiva han determinado, para el ámbito andaluz, que existe poco potencial energético en recursos como el **gradiente térmico** y el **gradiente salino**. Existen algunos enclaves, en Cádiz y Levante almeriense, susceptibles de aprovechamiento de la energía asociada al oleaje o **undimotriz**. Por último, el potencial de las **corrientes marinas** si tiene un amplio margen de desarrollo al estar entre los mejores del mundo en el área del Estrecho de Gibraltar. Debemos subrayar que una de las principales dificultades que conlleva la selección de emplazamientos marinos radica en la propia naturaleza del medio. Y es que el medio marino, a pesar de estar poco socializado ante la pérdida de referencias, se encuentra intensamente explotado por numerosas actividades humanas como el transporte de mercancías y personas, las flotas pesqueras, las almadrabas y otros artes de pesca tradicionales, la extracción de hidrocarburos, etc.

¹⁵ *Molinos de marea*. Agencia Andaluza de la Energía, Sevilla, 2010.

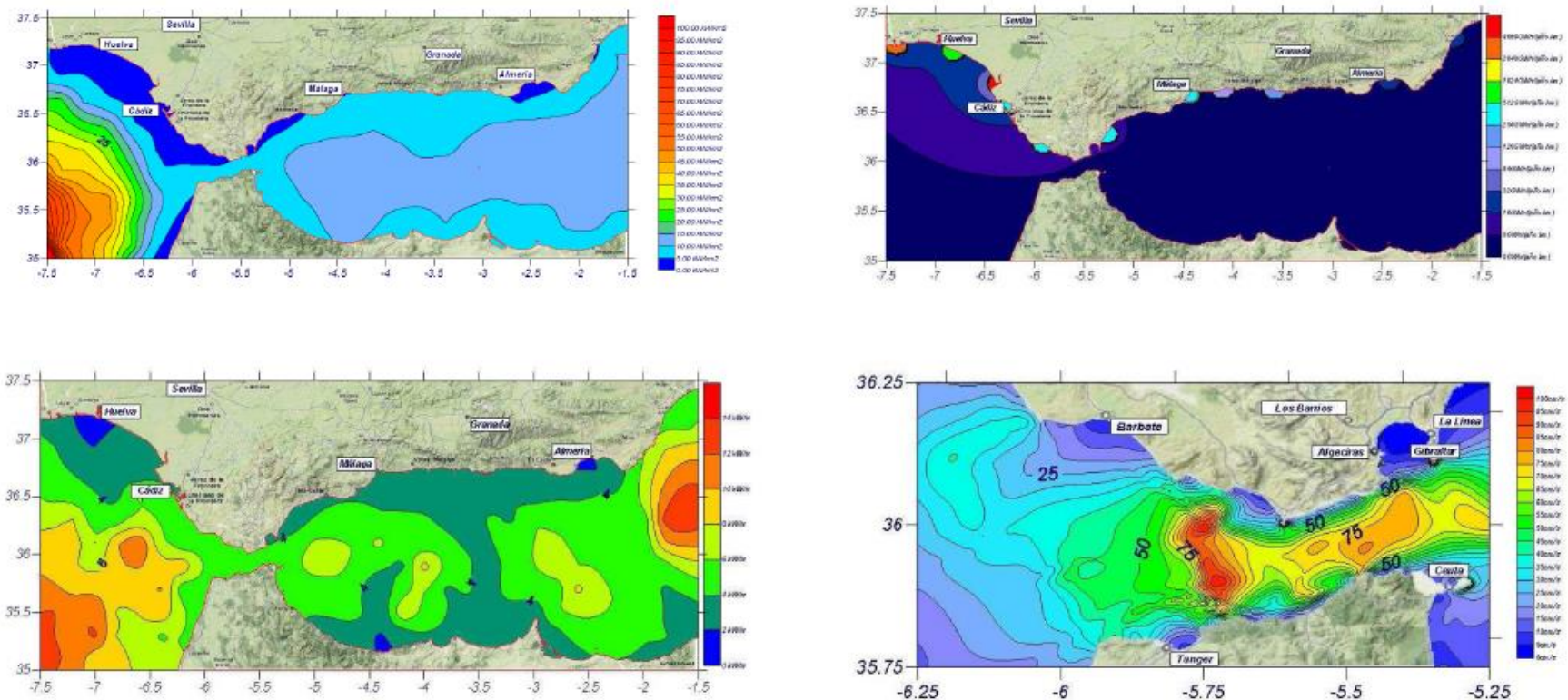


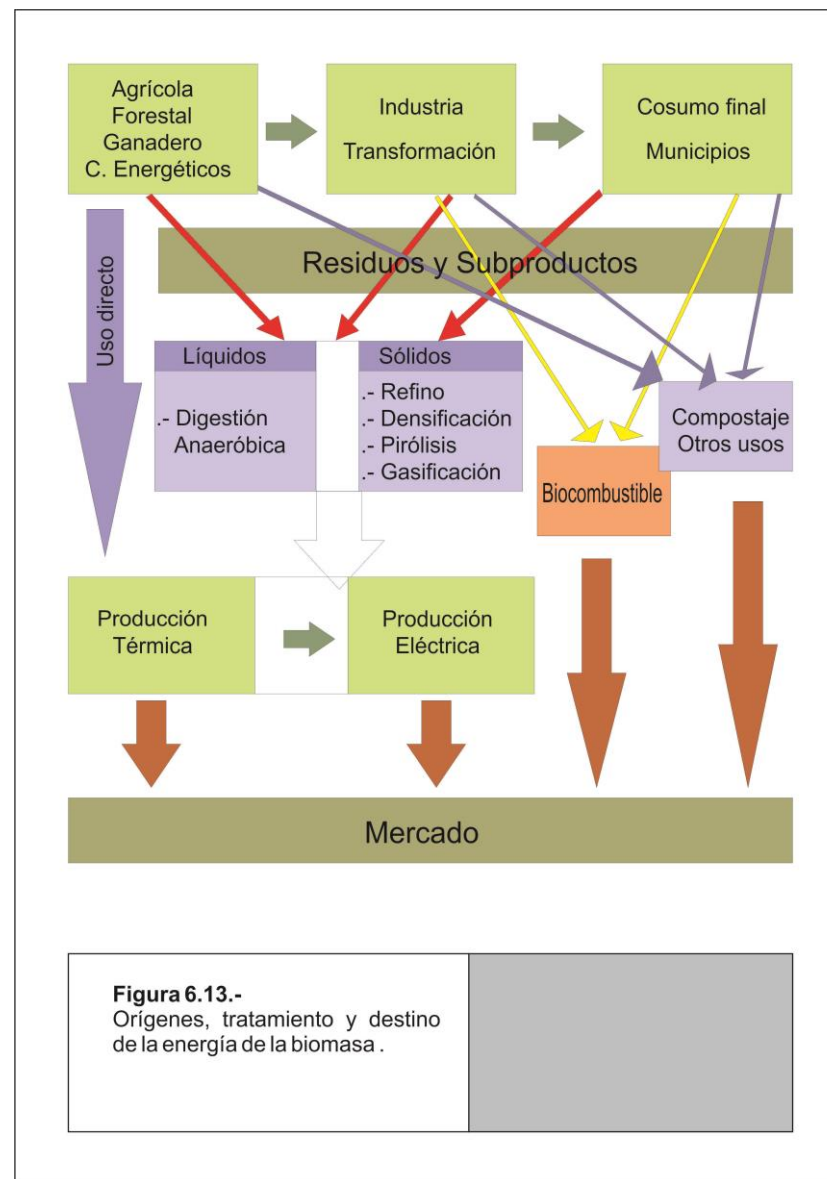
Figura 6.12.-

Potencial energético de diversas fuentes marinas en Andalucía. De izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: potencial del gradiente térmico, potencial del gradiente salino, flujo de energía asociado al oleaje y potencial de las corrientes marinas.



La **biomasa** por su propia definición, materia orgánica no fosilizada que se emplea para generar energía u otros procesos industriales, propicia la existencia de abundantes y variados recursos con un amplio margen de explotación futura. Algunos autores¹⁶ abordan la biomasa como una serie de procesos que incluye materiales, tratamientos y destinos. Desde este enfoque se distingue entre:

- Combustibles: sólidos (madera, paja, poda de árboles, etc.) o gaseosos tras su descomposición anaeróbica (metano en forma de biogás).
- Procesos de compostaje: transforman la materia orgánica fermentable y micro-organismos originales en un producto sólido estable.
- Fermentación alcohólica: Se obtiene alcohol líquido (etanol) mediante distintos procesos de triturado, hidrólisis ácida y separación de mezclas y fermentación con un uso creciente de la biotecnología.
- Procesos de esterificación (líquido) que transforman los ácidos grasos en una mezcla de hidrocarburos similar al diesel.



¹⁶ BERBEL VECINO, Julio, GONZÁLEZ GRANADO, Inmaculada, *La biomasa en Andalucía*. Energías renovables: paisaje y territorio andaluz. Grupo de Estudios TEXTURA, Sevilla, 2010, pp. 190.

Si como venimos exponiendo la biomasa es la más heterogénea de las renovables, debido a las notables diferencias tanto en su origen como en su forma de aprovechamiento, resulta complejo hablar de emplazamientos. La diversidad de fuentes y aplicaciones tecnológicas al alcance de la biomasa, multiplica el modelo y la propia escala de los emplazamientos (desde de una caldera doméstica de leña a una planta de biocombustibles). Por todo ello concluiremos que si bien no existe un emplazamiento tipo para el aprovechamiento de la biomasa, si existe un emplazamiento ideal. Y es que la biomasa debería ser explotada, en la medida de lo posible y como garantía de la sostenibilidad de la actividad, allí donde existe el recurso y lo más cercano posible al punto de consumo.

En el caso de Andalucía, ver tabla adjunta, la mayor parte del potencial de la biomasa está vinculada al olivar y sus residuos. Consecuentemente, buena parte de las instalaciones de biomasa se localizan en las comarcas olivareras de Córdoba y Jaén. En la escala doméstica, destacamos las aplicaciones térmicas de la biomasa, se encuentra distribuida por buena parte de los hogares andaluces y con una presencia creciente en aplicaciones hosteleras, agropecuarias e industriales.

Tipo	Ktep/año	%
Total residuos	3.327	100%
Resíduos agrícolas	1.433	43%
<i>Olivar</i>	803	24%
<i>Frutales</i>	86	3%
<i>Invernaderos</i>	100	3%
<i>Otros herbáceos</i>	444	13%
Resíduos industriales	589	18%
<i>Industrias del aceite</i>	455	14%
<i>Madera</i>	35	1%
<i>Otras industrias</i>	99	3%
Resíduos forestales	137	4%
Cultivos energéticos	559	17%
Biodegradable	609	18%
<i>Rsu</i>	295	9%
<i>Lodos</i>	233	7%
<i>Ganaderos</i>	81	2%

Figura 6.14.-
Potencial de Biomasa en
Andalucía.



Los recursos **geotérmicos**, o energía almacenada bajo la superficie sólida de la Tierra en forma de calor, pueden ser clasificados¹⁷ en función de su temperatura:

- Recursos de Muy Baja Temperatura ($T < 25^{\circ}\text{C}$): concentrados en las rocas y las aguas subterráneas a poca profundidad por lo que son muy frecuentes.
- Recursos de Baja Temperatura ($30^{\circ}\text{C} < T < 100^{\circ}\text{C}$): presentes cuando a una profundidad adecuada (1.500-2.500 m) existan formaciones geológicas permeables que permitan a los fluidos extraer calor a las rocas.
- Recursos de Media Temperatura ($100^{\circ}\text{C} < T < 180^{\circ}\text{C}$): aparecen en condiciones similares a las anteriores aunque a mayor profundidad (hasta 4.000 m) y con una fuente de calor (intrusión de magma).
- Recursos de Alta Temperatura ($T > 180^{\circ}\text{C}$): precisan un foco de calor, rocas permeables a la profundidad adecuada (1.500-2.500 m) y formaciones geológicas impermeables superpuestas a las anteriores.
- Recursos en Sistemas Estimulados (EGS $T > 180^{\circ}\text{C}$): precisan hacer circular un fluido a través de fracturas artificiales a gran profundidad (más de 4.000-5.000 m).

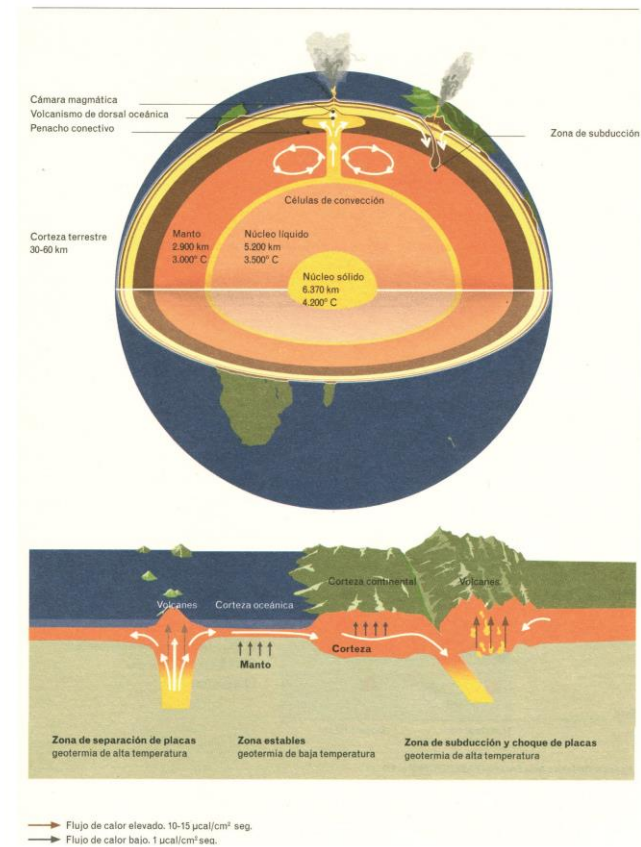


Figura 6.15.-
Estructura interna de la Tierra .

¹⁷ *Energía geotérmica*. Agencia Andaluza de la Energía, Sevilla, 2011.

La energía geotérmica, como buena parte de las renovables, tiene variadas aplicaciones de uso directo, climatización, generación de electricidad, etc. Manteniendo el esquema anterior, el potencial y la distribución de los recursos geotérmicos en Andalucía es:

- Recursos de Muy Baja Temperatura: presentes en buena parte del territorio andaluz gracias a la estabilidad del subsuelo a partir de los 10-15 metros de profundidad. Los localizamos en la energía térmica contenida en rocas y acuíferos someros.
- Recursos de Baja Temperatura: ampliamente distribuidos, al igual que los anteriores, y aplicables a la climatización mediante el uso de bomba de calor.
- Recursos de Media Temperatura: localizados en Lanjarón y Alhambra y muy probablemente en Lebrija y la costa de Roquetas.
- Recursos de Alta Temperatura: no consta la existencia de estos recursos a profundidades comerciales.
- Recursos en Sistemas Estimulados: las fuentes geológicas señalan como propicios algunas áreas del Macizo Hercínico (entre Córdoba y Sevilla) y de la Cordillera Bética (entre Granada y Almería).

Provincia	Potencia calefacción (kW)	Aporte renovable (ktep)	% provincia
Almería	-	-	-
Cádiz	-	-	-
Córdoba	11,6	0,001	0,36 %
Granada	123,6	0,015	3,77 %
Huelva	142,1	0,018	4,34 %
Jaén	289,3	0,036	8,83 %
Málaga	285,8	0,035	8,72 %
Sevilla	2.423,4	0,300	73,98 %
Andalucía	3.275,8	0,405	100 %

Figura 6.16.-
Potencia de energía geotérmica
instalada en Andalucía, 2012.



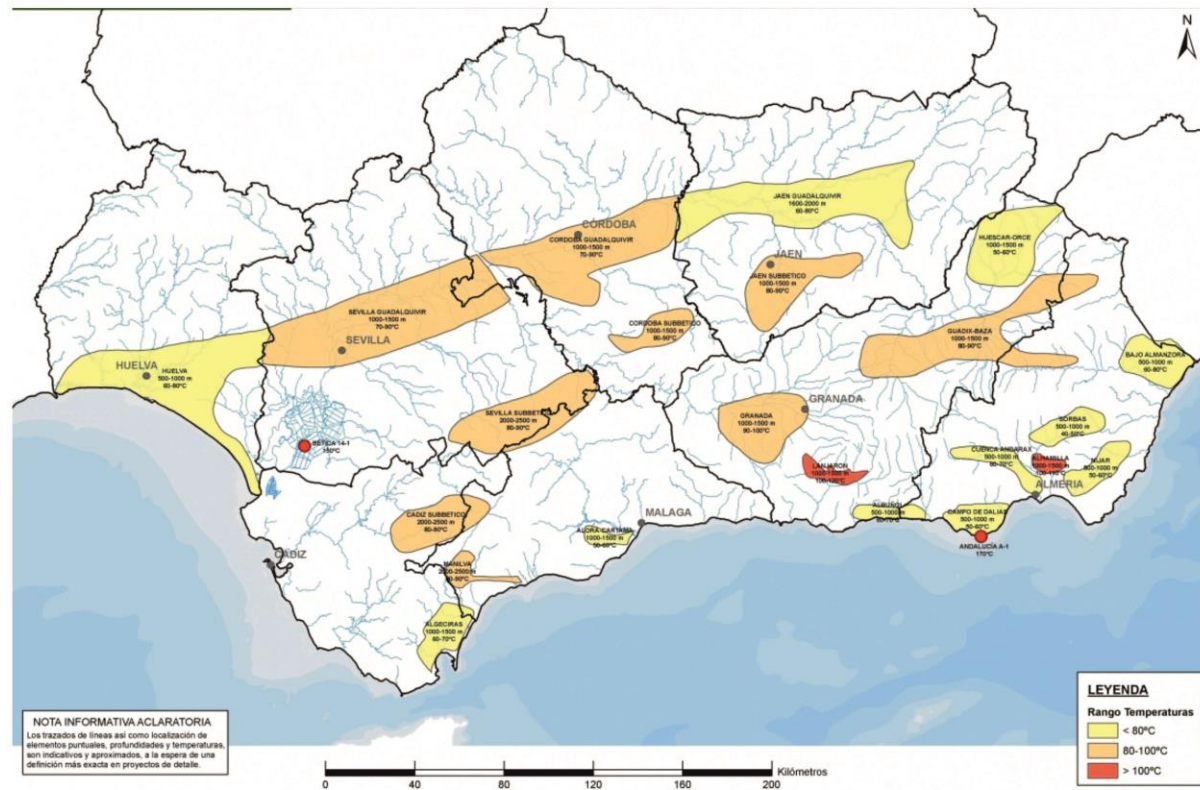


Figura 6.17.-
Mapa de zonas de interés geotérmico de Andalucía, 2009.



6.2 SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO :

Tras la selección de emplazamientos, el segundo factor que resulta clave en la explotación de los recursos energéticos renovables es la tecnología de la que disponemos. Ambos elementos, emplazamientos y tecnología, están íntimamente ligados ya que en función de las posibilidades tecnológicas a nuestro alcance, podemos ampliar o disminuir el rango de magnitudes a partir del cual el aprovechamiento de un emplazamiento determinado comienza a ser viable.

Gracias al notable avance tecnológico experimentado por el sector en las últimas décadas podemos indicar, en lógica con el anterior razonamiento, que se ha aumentado el potencial energético renovable susceptible de aprovechamiento así como el número de emplazamientos. La proyección de esta dinámica sobre el territorio tiene dos vertientes que debemos destacar. Por una parte nos permite acercar los centros de producción a los centros de consumo, con la optimización de recursos y la mejora en la eficiencia que esto conlleva. Por otra parte este proceso permite armonizar la implantación de instalaciones sobre el territorio, con la consecuente implementación de las cautelas respecto a la preservación de otros valores paisajísticos, culturales, medioambientales, etc.

Sin embargo y en lo que atañe a la evolución tecnológica de las renovables podemos percibir, en parte debido a lo heterogéneo del sector, que ha sido en exceso deudora de los condicionantes y actores principales del actual modelo energético. Fundamentalmente hacemos referencia al desarrollo desigual experimentado por las tecnologías de producción eléctrica centralizada frente a otras aplicaciones no eléctricas (mecánicas y térmicas fundamentalmente), eléctricas aisladas o de recursos no convencionales. Se precisa una mejora en la regulación pública para equilibrar esta deriva.

A lo largo del presente apartado, nos centraremos en abordar la configuración de los actuales sistemas de aprovechamiento energético renovables. Y es que el desarrollo tecnológico alcanzado ha permitido que algunas instalaciones energéticas renovables, las eólicas terrestres fundamentalmente, resulten competitivas económicamente frente a las energías convencionales. Igualmente podemos reseñar la notable evolución protagonizada, en los últimos años, por algunas tecnologías de aprovechamiento de la energía solar y de la biomasa. En fase aún más experimental, debido probablemente a la necesidad de mayor esfuerzo financiero en los programas de investigación, nos encontramos con las tecnologías marinas, geotérmicas, etc.

6.2.1. Molinos y aerogeneradores.....

La obtención de electricidad a partir del viento es la aplicación, del conjunto de energías renovables, que ha alcanzado mayor despliegue en los últimos años. Un marco regulatorio favorable (aunque recientemente puesto en crisis), con la consiguiente apuesta de las grandes compañías eléctricas, ha sido la base sobre la que se ha sustentado el despegue tecnológico y comercial del sector. Los grandes aerogeneradores han sido objeto de un esfuerzo inversor de tal magnitud, que ha permitido su proliferación territorial hasta ser convertidos en el icono por excelencia de las energías renovables.

Sin embargo, este auge de la gran eólica ha eclipsado otras aplicaciones prácticas de la energía eólica. Nos referimos a otras prácticas menos visibles, como las instalaciones minieólicas o de bombeo de agua, pero con un amplio recorrido por desarrollar. Nos referiremos brevemente a estas últimas haciendo constar con anterioridad que el actual marco normativo, que no distingue entre gran y pequeña eólica, ha perjudicado notablemente a las mismas. Como hemos expuesto en capítulos precedentes, se percibe por parte de la administración cierto desinterés por las instalaciones energéticas aisladas o destinadas al autoconsumo.

El empleo de **bombas eólicas** de agua, para riego y distribución, es una de las aplicaciones eólicas que menos atención recibe. A pesar de sencillez tecnológica y alta eficiencia energética, ha caído en desuso en determinados países. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) advierte¹⁸ del gran potencial de la energía eólica para el bombeo de agua en zonas rurales. Cuando la velocidad del viento supera los 4 metros por segundo, el bombeo de agua eólico comienza a ser competitivo frente a otras fuentes convencionales. Responde a múltiples soluciones de diseño, tanto de eje vertical como horizontal, aunque el modelo más común dispone de una bomba de pistón, depósito, torre y rotor. Los usos de las bombas eólicas son variados, si bien el más extendido es el de extracción de agua de un pozo subterráneo. Otras aplicaciones abarcan desde el suministro de agua a poblaciones rurales, explotaciones agropecuarias de todos los tamaños, regulación de agua entre embalses a distintos niveles, tratamiento de agua de lagos y estanques, etc. También se fabrican aerogeneradores que destinan la electricidad que producen para accionar electrobombas hidráulicas.

¹⁸ *La inversión en la agricultura: evolución y perspectivas*, Cumbre Mundial sobre la Alimentación. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Roma, 1996.

Algo más extendido se encuentra el empleo de pequeños aerogeneradores aislados de la red. Las instalaciones **minieólicas**¹⁹, aquellas con una potencia nominal inferior a 100 Kw, deben buena parte de su proliferación a la versatilidad de soluciones que ofrecen. Resultan especialmente eficaces en combinación con otras instalaciones renovables, complementándose los picos y valles de producción de cada tecnología, y son esenciales en ámbitos apartados a los que no llega la red eléctrica.

El principio que rige su funcionamiento es análogo al de los grandes aerogeneradores. El viento, se precisa una velocidad mínima de 3,5 metros por segundo, hace girar el rotor a partir del movimiento de unas hélices construidas a base de fibra de vidrio y carbono. La electricidad generada se almacena en baterías en forma de corriente continua. Desde aquí se regula, se recomienda una autonomía mínima de tres días, y convierte mediante un inversor en corriente alterna a 220V. Para los casos en los que la minieólica está conectada a la red, menos habituales, se precisa de un inversor específico que sincroniza la energía generada para controlar el vertido a la red.

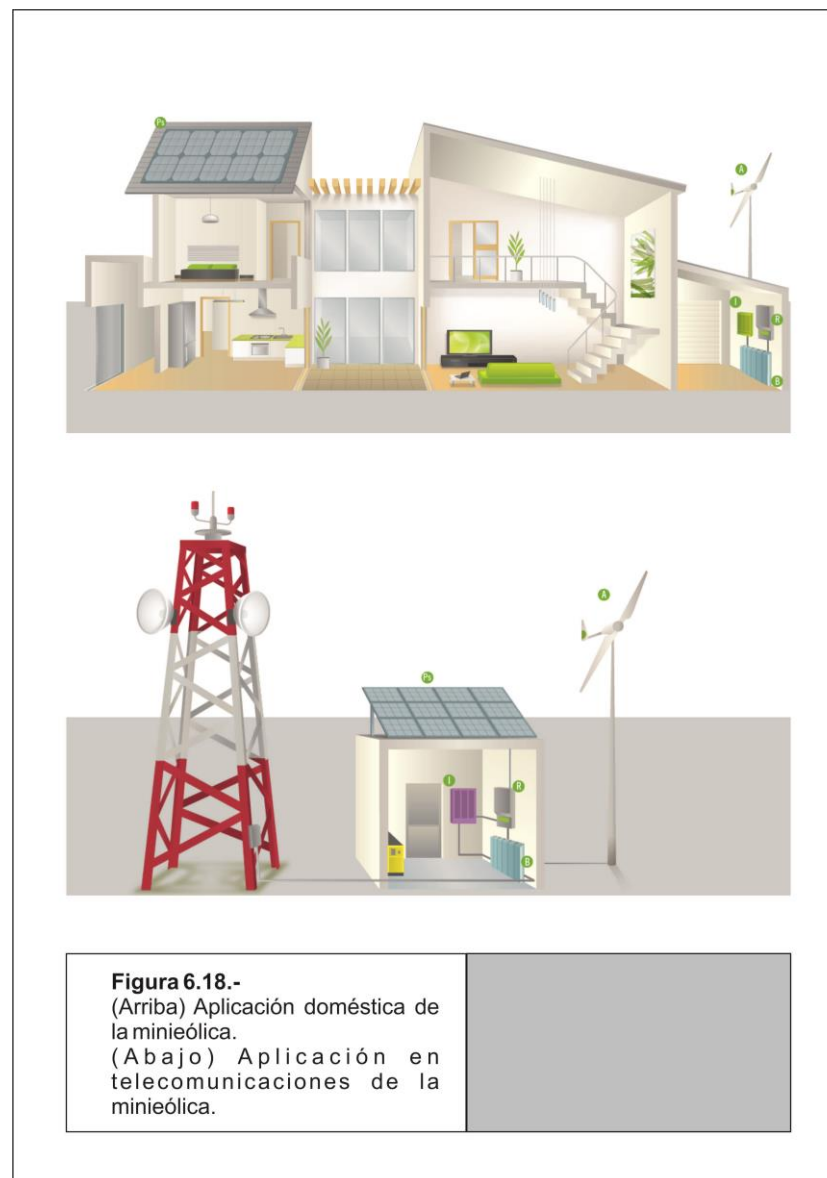
¹⁹ La limitación a 100 Kw se debe al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y a la norma IEC 1400-2 (que establece un límite al área de barrido de las palas de los pequeños aerogeneradores).

Existen numerosos modelos de aerogeneradores de pequeña potencia, pero el más habitual se corresponde con uno de eje horizontal de dos o tres hélices. Los bipalas, con un área de barrido de entre 2 y 4 metros, son menos potentes que los tripalas, con un área de barrido de hasta 4 metros. La potencia nominal de los prototipos varía en función del número de hélices y área de barrido, aunque se pueden encontrar modelos desde los 600 hasta los 6000 vatios.

Respecto a la torre que sostiene al aerogenerador, existen igualmente distintos modelos. Las más habituales son las torres basculantes y las torres auto soportadas, permitiendo alcanzar una altura comprendida entre los 10 y los 20 metros. Una mayor altura de la torre permite aprovechar el viento con menor incidencia de los obstáculos presentes en el terreno (vegetación, edificios, orografía, etc.). Las torres basculantes permiten el izado del aerogenerador desde tierra, para labores de ajuste y mantenimiento, aunque precisan de tirantes para su sujeción. Dentro de las torres basculantes encontramos diversas tipologías: las tubulares, escalonadas y de celosía. Tanto la cimentación de la torre como el anclaje de los tensores dependerán de las características del suelo sobre el que se implantan (tornillos de expansión, dados de cemento, dados de hormigón armado, etc.).

Por su parte las torres auto soportadas no precisan de elementos auxiliares de sujeción como pueden ser cables o tensores. Son más robustas que las torres basculantes y necesariamente son fijadas al suelo mediante cimentación a base de hormigón armado.

El empleo que se hace de la minieólica es casi tan amplio como las necesidades energéticas que se puedan tener en áreas no electrificadas. Las aplicaciones minieólicas más extendidas, habitualmente en combinación con placas solares, las encontramos en viviendas rurales o explotaciones agropecuarias. Ha cobrado especial relevancia el empleo de pequeños aerogeneradores, igualmente como complemento de paneles fotovoltaicos, en repetidores de telecomunicaciones dispersos en ámbitos apartados. Están empezando a utilizarse en espacios públicos farolas mixtas eólicas y solares. Finalmente y como indicábamos con anterioridad también se emplean pequeños aerogeneradores para el bombeo de agua. La instalación completa consta de aerogenerador, batería, inversor, regulador, bomba eléctrica, etc. y aparece tanto en granjas y explotaciones agrícolas como en fuentes y estanques. En estos últimos asociados al tratamiento de la calidad del agua mediante su oxigenación a partir del movimiento inducido por el bombeo.



Como venimos indicando, debido a una confluencia de causas anteriormente esbozada, el modelo de aprovechamiento del recurso eólico que ha tenido mayor expansión se ha formalizado sobre el territorio mediante la implantación de grupos de grandes **aerogeneradores**²⁰ denominados “parques eólicos”. La configuración óptima de un parque se obtiene al ubicar, a partir de campañas de medidas cuyos resultados se trasladan a modelos de campos de viento, los aerogeneradores en los puntos de mayor potencial eólico. Los parques eólicos se componen fundamentalmente, como desarrollaremos en el punto correspondiente, de aerogeneradores, infraestructuras eléctricas, infraestructuras viarias y edificaciones auxiliares.

Su depurado diseño actual y el amplio despliegue territorial de los aerogeneradores en la última década, gracias a un paulatino descenso en los costes de producción y aumento de su productividad y eficiencia, los ha convertido en el principal referente de las tecnologías renovables. Esta máquina transforma la energía cinética del viento, gracias al giro del rotor, en energía mecánica para finalmente convertirla en energía eléctrica mediante sus componentes.

Los aerogeneradores son diseñados siguiendo diversos modelos, tratando de optimizar el aprovechamiento eólico, que se diferencian fundamentalmente en base a:

- Disposición del eje de su rotor respecto al viento: pueden ser horizontales, paralelos a la dirección de la corriente de aire; o verticales, perpendiculares al viento. Cada opción presenta una serie de condicionantes técnicos, con sus respectivas ventajas e inconvenientes, que determinan una configuración formal completamente distinta (necesidad de torre, tipo de rotor, mecanismos interiores, etc.).
- Número de palas: los aerogeneradores de eje vertical pueden disponer de dos o tres palas con forma de media luna. Por su parte los de eje horizontal se construyen habitualmente con una, dos o tres palas.
- Ubicación del rotor respecto al viento: es un factor a considerar en los ingenios de eje horizontal. La exposición del rotor a sotavento o a barlovento de la torre, determina la presencia de mecanismos (orientación, etc.) o efectos del viento (estelas, etc.) que deben valorarse en la elección del sistema más apropiado.

²⁰ IZQUIERDO TOSCANO, José Manuel, *Energía eólica y territorio*, Universidad de Sevilla – Consejería de Obras Públicas y Transportes Junta de Andalucía, Sevilla, 2008, pp. 71-74.



Figura 6.19.-

Existe una amplia variedad de modelos de aerogeneradores, en función de la orientación de su eje distinguimos:

(Arriba) Aerogeneradores de eje vertical.

(Abajo) Aerogeneradores de eje horizontal.

A pesar de los buenos resultados obtenidos por algunos aerogeneradores de eje de rotación vertical, la producción industrial en serie se ha decantado por los de eje horizontal, generalmente con rotor a barlovento y tripala. Este modelo tipo de aerogenerador de gran tamaño, suele tener una vida útil de unos veinte años, se compone²¹ de cimentación, torre, sistema de orientación, góndola tren de potencia y rotor:

- Cimentación: se diseña en función de las propiedades geotécnicas del suelo y de las dimensiones del aerogenerador. La hipótesis más desfavorable suele ser la de estabilidad al vuelco.
- Torre: sirve para soportar y elevar a la góndola y el rotor hasta la altura que optimiza el aprovechamiento del potencial eólico. Su diseño debe considerar una ejecución en tramos distintos, de hasta treinta metros y forma troncocónica, que agilice su fabricación y montaje. Se suelen emplear torres tubulares metálicas para facilitar el mantenimiento de la góndola y el rotor.

- Sistema de orientación: integrado por la corona de orientación (orienta al rotor hacia el viento más favorable), rodamiento (une la góndola a la torre), frenos (amortiguan las orientaciones y mantienen al aerogenerador con un ángulo determinado cuando estas han concluido) y motorreductoras (permiten el giro a baja velocidad del sistema de orientación).
- Góndola: compuesta por bastidor delantero (soporta la maquinaria del aerogenerador transmitiendo los esfuerzos hacia la torre mediante el sistema de orientación), bastidor trasero (atornillado al delantero soporta al generador y otros componentes), estructuras auxiliares (se apoyan en los bastidores con diversas funciones) y por la cobertura (normalmente fabricada con fibra de vidrio y matriz de poliéster).
- Tren de potencia: que integra el eje (transmite la potencia eólica uniendo el buje a la multiplicadora), los rodamientos (absorben posibles desalineaciones y deformaciones del eje transmitiendo cargas hacia el bastidor de la góndola), la multiplicadora (multiplica la velocidad de giro del rotor para adaptarla a la frecuencia de la red eléctrica) y el generador (transforma la energía cinética mecánica en energía eléctrica).

²¹ Para profundizar en la materia se puede consultar “BILBAO, Armando, Diseño estructural, y SAROBE, Cecilio, *Tecnología de aerogeneradores. Componentes del aerogenerador, en Situación actual de la energía eólica: recursos, tecnología, aspectos medioambientales, normativa*, Centro Nacional de Energías Renovables, CENER, Sarriena (Navarra), enero 2005”.

- Rotor: contiene las palas, el buje (que une las palas al tren de potencia) y el sistema de cambio de paso (cuando existe). Las palas, una vez superada la dependencia del sector aeronáutico, tienen diseño propio y se suelen fabricar empleando fibra de vidrio/poliéster o carbono/epoxi.

El ingenio detallado, con una torre de unos sesenta metros de altura y palas de unos treinta metros de longitud, con un rango de potencia de un megavatio es de los que más proliferan hasta la fecha. Pero la existencia de un importante margen de mejora técnica y el dinamismo que muestra la industria eólica está permitiendo la presentación de prototipos de aerogeneradores de mayor tamaño, con palas de más de cincuenta metros de longitud, que sobrepasan potencias de cuatro megavatios.

El modelo de implantación territorial más extendido, que desarrollaremos a lo largo de la presente investigación, corresponde al de los parques eólicos. Un parque eólico es una agrupación de aerogeneradores, con el consecuente aumento del vertido de la electricidad generada a la red, distribuidos en el territorio para aprovechar el máximo potencial eólico de un enclave.



Figura 6.20.-
(Izquierda) Tripala de eje horizontal con torre en celosía.
(Derecha) Tripala de eje horizontal con torre tubular.



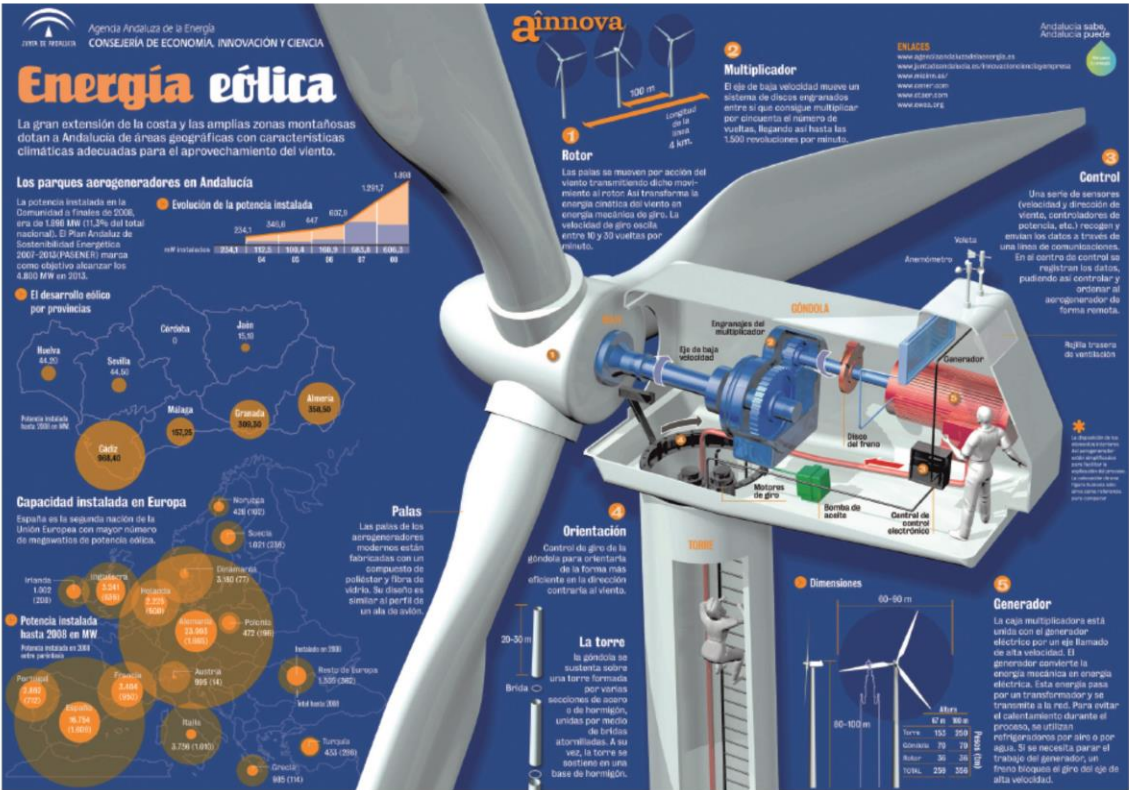


Figura 6.21.-
(Izquierda) Esquema con los componentes de un aerogenerador tipo (Agencia Andaluza de la Energía).
(Derecha) Grupo de aerogeneradores en un paisaje rural.

6.2.2. Plantas y paneles solares.....

Siendo conscientes de la simplificación que conlleva una clasificación de los sistemas actuales de aprovechamiento del recurso solar, nos atrevemos a proponer la siguiente distinción:

- Aprovechamiento fotovoltaico: consistente en la generación de electricidad a partir de la exposición al sol de determinados materiales y estructuras.
- Aprovechamiento directo: engloba actividades tradicionales (como la obtención de sal, secado de frutos y alimentos, etc.), productivas (invernaderos, etc.) y hábitos cotidianos (secado de ropa, etc.).
- Aprovechamiento térmico de baja temperatura: una instalación capta la radiación solar para elevar la temperatura de un líquido o gas. Su aplicación más extendida es el calentamiento de agua.
- Aprovechamiento térmico de concentración: El principio es idéntico al anterior aunque alcanzado, el fluido caloportador, temperaturas medias y altas. Sus aplicaciones van desde la generación de electricidad a otros procesos más complejos (tratamiento de materiales, termoquímicos, etc.).

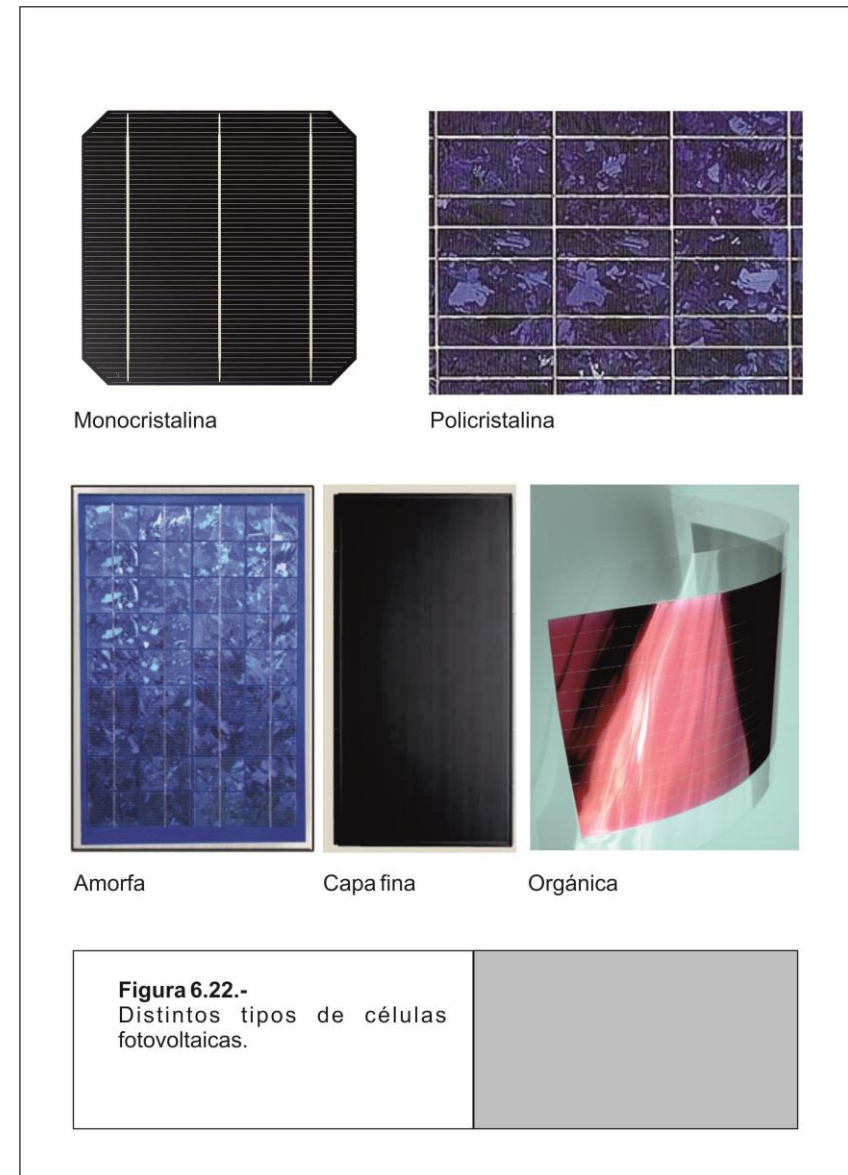
El potencial de producción del efecto **fotovoltaico** está condicionado por dos factores fundamentalmente: la radiación incidente y la temperatura ambiente. Podemos distinguir entre sistemas fotovoltaicos conectados a la red y sistemas autónomos:

- En las instalaciones fotovoltaicas que vierten su producción a la red, mediante un inversor, el operador asume la garantía de suministro y estabilidad del sistema con independencia de la climatología. Los huertos solares, en ámbitos rurales, o cubiertas solares, en áreas industriales o urbanas, han proliferado en los últimos años. La propia normativa impuesta por el regulador, para facilitar la gestión del sistema, fomenta la concentración de placas fotovoltaicas hasta alcanzar un mínimo de potencia instalada.
- Finalmente en los sistemas fotovoltaicos aislados, se precisan componentes específicos de almacenamiento, baterías, para cubrir posibles interrupciones en el suministro ante factores meteorológicos. Este hándicap limita la potencia de los mismos, aunque comienza a ser superado a partir de soluciones híbridas (con ingenios eólicos, hidrógeno, etc.),

La energía solar fotovoltaica explota la propiedad que comparten algunos materiales semiconductores, por la que transforman la energía solar incidente en un potencial eléctrico capaz de impulsar una determinada cantidad de carga cuya energía puede ser transferida²². Las placas fotovoltaicas están formadas por una agrupación de celdas o células fotovoltaicas, elaboradas fundamentalmente con silicio, entre las que podemos distinguir:

- Monocristalinas: Compuestas por partículas de un único cristal de silicio de gran pureza, es la más eficiente.
- Policristalinas: Compuesta por partículas cristalizadas de diversos tamaños. Menos puras que las anteriores, son más económicas.
- Amorfos: Emplean silicio sin cristalizar, frecuente en pequeños productos o superficies de tejados, etc.
- Capa fina: Las menos eficientes de todas, se utilizan en productos pequeños (relojes, calculadoras, etc.).
- Orgánicas: De muy bajo rendimiento actual aunque de gran proyección en un futuro, emplean semiconductores orgánicos.

²² PÉREZ GARCÍA, Manuel, *Energía Solar*. Energías renovables: paisaje y territorio andaluz. Grupo de Estudios TEXTURA, Sevilla, 2010, pp. 171-187.



En lo que respecta al **aprovechamiento directo**, no se precisa sistema de conversión alguno, que el hombre viene haciendo de la radiación solar como fuente de calor podríamos distinguir entre:

- Actividades tradicionales: históricamente presentes en las áreas meridionales como Andalucía. Desarrolladas en el capítulo anterior, como la obtención de sal en las salinas, al secado de alimentos y frutos, etc. Suelen precisar el moldeado del terreno o la construcción de edificaciones de apoyo.
- Sistemas pasivos: muy efectivos en arquitectura y urbanismo, forman parte del bagaje popular acumulado por los pueblos. Nos referimos a la orientación de las construcciones, distribución de huecos en fachada, apertura de estancias a patios, logias, etc.
- Actividades productivas: en los invernaderos se propicia la concentración de las radiaciones solares mediante la construcción de cubiertas de plástico.
- Hábitos cotidianos: como el secado de ropa al sol que contribuyen a la reducción del consumo energético. En lo últimos años se viene observando una pérdida de este tipo de hábitos cotidianos.



Figura 6.23.-
Invernadero.

Una de las aplicaciones de la energía solar que ha tenido mayor expansión, es el aprovechamiento **solar térmico de baja temperatura** (por debajo de los 100°C). Se trata de instalaciones sencillas expuestas al sol, la radiación solar calienta un fluido que puede emplearse directamente o ceder su calor, y que han demostrado sobradamente su eficacia. Incluso en territorios con escasez de recurso solar existen tecnologías, como los paneles termodinámicos, que permiten el aprovechamiento solar térmico de baja temperatura. En función de la temperatura de trabajo podemos distinguir²³:

- Temperaturas inferiores a 60°C. Los Colectores de Placa Plana (CPP) son los más instalados. Cuentan con una placa metálica absorbente, en contacto o por la que circula el fluido caloportador, una cubierta transparente, normalmente de vidrio, y un receptáculo que aísla térmicamente al colector. El área de captación de una unidad de colector comercial está comprendido entre 2 y 4 m² y, dependiendo de la demanda energética, se puede presentar como un sistema individual con almacenamiento integrado (sistemas compactos) o agrupando varias unidades (sistemas en batería).

- Temperaturas superiores a 80°C. Al compartir principio fundamental, el aumento de la temperatura sólo es posible gracias a una mejora en la capacidad absorbente de la superficie. Para ello se recurre al empleo de aislantes específicos sobre la capa exterior de la instalación, mediante dos tipos de soluciones:
 - .- Una primera que optimiza la capacidad de aislamiento de la cubierta empleando materiales de recubrimiento distintos al vidrio, como el titanio, o creando un determinado nivel de vacío sobre la capa absorbente. Entre estas aplicaciones encontramos a los Colectores Planos Avanzados (CPA) y a los Colectores de Tubo de Vacío (CTV). El vacío existente en los tubos de los CTV reduce la convección y las pérdidas en conducción de calor, por lo que alcanzan mayor temperatura que la mayoría de los colectores planos.
 - .- Una segunda que opta por la concentración de la radiación incidente sobre el plano de apertura del colector, sobre el propio absorbente (con menor tamaño). A esta solución pertenecen la familia de los colectores concentradores, entre los que destacamos los colectores Cilindro Parabólicos Compuestos (CPC), que pueden operar con un ángulo de inclinación fijo.

²³ PÉREZ GARCÍA, Manuel (2010).



Figura 6.24.-

(Izquierda) Esquema con los componentes de un Colector de Placa Plana (CPP).
(Derecha) Esquema con los componentes de un Colector de Tubo de Vacío (CTV).

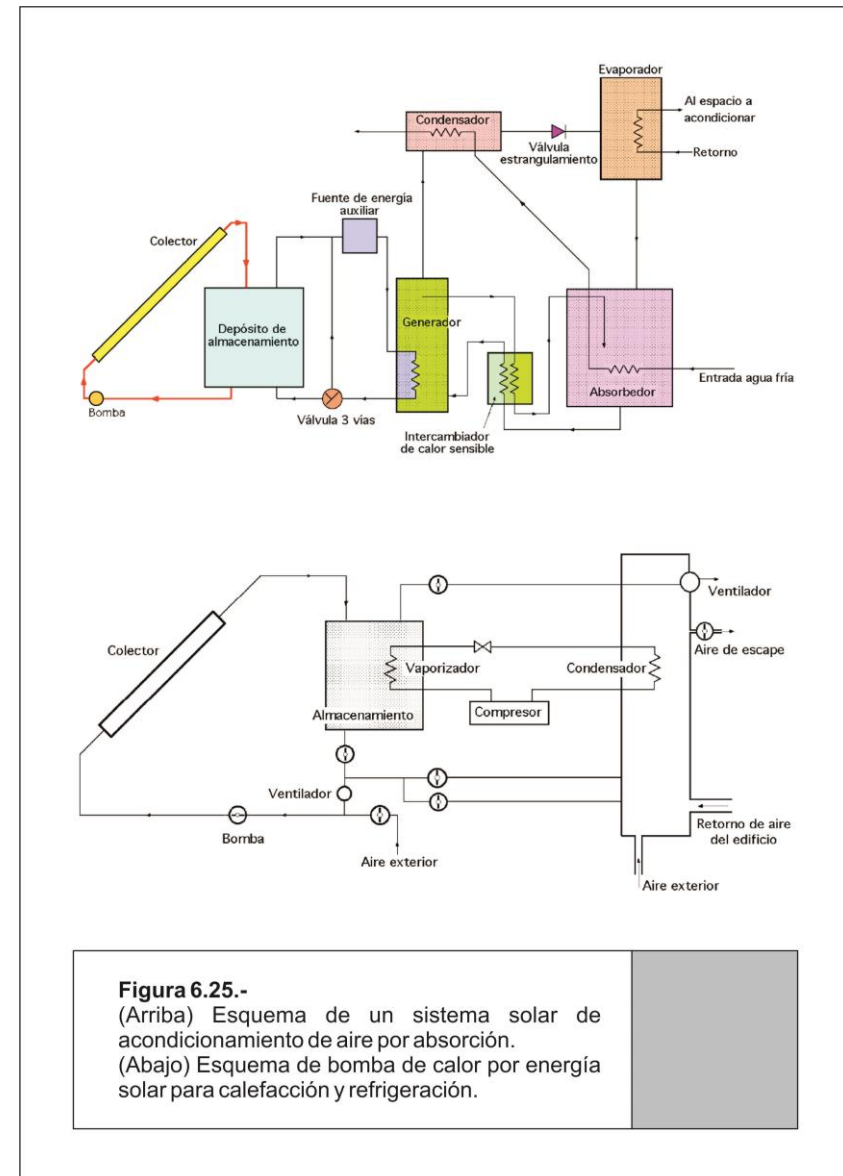
La energía solar térmica de baja temperatura es la energía renovable más extendida y por tanto con mayor número de usuarios. Buena parte de la población ha tenido conocimiento de las energías renovables a partir de su contacto con la energía solar térmica de baja temperatura. En esta línea podemos indicar que se trata de una alternativa renovable que ha contado con un respaldo institucional prologando en el tiempo. Así podríamos citar el programa PROSOL, que viene actuando en Andalucía desde principios de los noventa y ha sido prorrogado con éxito hasta nuestros días. No obstante, el salto cuantitativo de la solar térmica de baja temperatura se produce con la entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación (CTE)²⁴. A diferencia de lo que establece para la contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica, básicamente edificios terciarios de más de 3000 m² u hoteles y hospitales de más de 100 plazas/camas, el CTE determina que la contribución solar mínima es aplicable a los edificios de nueva construcción y rehabilitación de edificios existentes de cualquier uso en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria y/o climatización de piscina cubierta.

²⁴ El CTE determina en su Documento Básico de Ahorro de Energía H4 la obligatoriedad de cubrir un porcentaje, en función de la zona climática entre el 30 y el 70%, de la demanda de agua caliente de las viviendas mediante instalaciones de solares térmicas.

Las principales aplicaciones prácticas de la energía solar térmica de baja temperatura son:

- Agua Caliente Sanitaria (ACS): Dentro de las aplicaciones de la energía solar térmica de baja temperatura, el ACS es la más desarrollada en las últimas décadas y la de mayor rentabilidad socioeconómica. Consiste en aprovechar la energía solar para calentar el agua sanitaria que se empleará en los hogares, edificios de uso colectivo, etc. El coste de los equipos de ACS queda sobradamente amortizado durante su vida útil ante el ahorro, durante los meses de mayor irradiación solar suelen cubrir el 100% de la demanda de agua caliente en función del área geográfica, que conlleva su uso. Al abrigo de estas instalaciones solares ha surgido un sector de fabricantes, montadores, reparadores, pymes etc., que multiplica el retorno socioeconómico a las áreas en las que se implantan. Como analizaremos en el capítulo correspondiente se trata de la aplicación renovable que ha conseguido mayor grado de presencia en áreas urbanas, debido fundamentalmente a su capacidad de adaptación a las características constructivas de las distintas tipologías edificatorias.

- **Calefacción Solar (CS):** El empleo de la energía solar para aportar el calor que precisan las instalaciones de calefacción tiene aplicaciones domésticas y para edificios colectivos o industriales. Los equipos de CS no se emplean durante todo el año, a diferencia de los de ACS, por lo que deben ser convenientemente dimensionados para evitar sobrecostos. Los sistemas de calefacción alimentados por instalaciones solares, funcionan a menor temperatura que los que emplean caldera convencional, suelen ser de suelo radiante, con radiadores sobredimensionados o con ventilo convectoros (fan coil).
- **Refrigeración Solar (RS):** El calor obtenido por medio de los equipos solares también se emplea, aunque está aplicación aún no se ha extendido lo suficiente, para producir frío en un ciclo de enfriamiento por absorción. Esta tecnología es complementaria con la anterior, en cuanto a mantenimiento de la actividad de las instalaciones de captación durante los meses más cálidos, lo que permite mejorar la durabilidad de los equipos. Como ejemplos implantados en Andalucía podemos destacar la Escuela de Ingenieros de Sevilla o las oficinas de la Plataforma Solar de Almería.



- Climatización Piscinas (CP): Como indicábamos con anterioridad el propio CTE, en su Documento Básico de Ahorro de Energía H4, determina la obligatoriedad de cubrir parte de la demanda de climatización de una piscina cubierta mediante equipos solares térmicos de baja temperatura. En lo que respecta a piscinas exteriores, la normativa²⁵ prohíbe su climatización mediante energías convencionales de forma que sólo pueden emplearse fuentes de energía renovables (como la energía solar, biomasa u otras). En realidad lo que se persigue es aportar calor al agua durante unas semanas al año, hasta alcanzar temperaturas de entre 25 y 30° C, y prolongar así la temporada de baño.
- Otras Aplicaciones: Los equipos de energía solar térmica de baja temperatura, pueden tener tantas aplicaciones prácticas como soluciones sean concebidas. Su contrastada rentabilidad está permitiendo su paulatina incorporación a procesos industriales que requieren de calor o vapor de agua. Abundan soluciones mixtas en las que distintas tecnologías renovables conforman una instalación.

²⁵ Como el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RD 1027/2007, en su “IT 1.2.4.6.3. Contribución solar mínima para el calentamiento de piscinas al aire libre”.

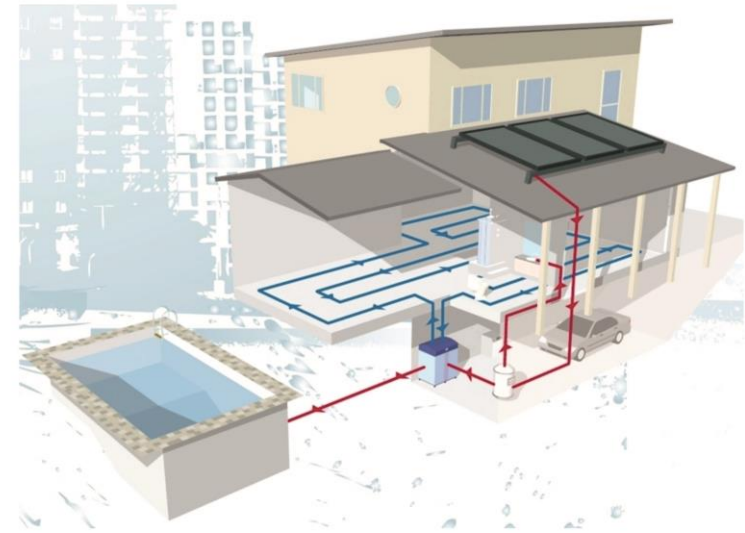


Figura 6.26.-
Esquema de una instalación solar
térmica de baja temperatura
doméstica para ACS y
Climatización de Piscina exterior .

Concluiremos el apartado destinado a los sistemas de aprovechamiento del recurso solar analizando el **aprovechamiento térmico de concentración**. Esta tecnología ha encontrado acomodo en Andalucía, en base a sus condiciones climáticas, habiéndose localizado en su territorio varias plantas en los últimos años. Podemos incluso señalar el carácter pionero andaluz en esta tecnología, en cuyo desarrollo ha resultado clave la experiencia acumulada en la Plataforma Solar de Almería. Igualmente en Andalucía se han puesto en funcionamiento algunas de las primeras plantas solares para uso comercial, como la PS10 en Sanlúcar La Mayor (Sevilla) en 2007.

A pesar de que se trata de un sector con un notable grado de innovación y en el que se suceden la aparición de nuevos sistemas y soluciones, podemos clasificar las tecnologías solares de aprovechamiento térmico de concentración en dos grupos:

- Las que concentran la radiación solar en focos cuya disposición conforma una línea.
- Las que concentran la radiación solar en un único punto mediante la superposición de todos los focos.

La diferencia fundamental entre ambos tipos de concentración radica en la capacidad de alcanzar mayor temperatura, más del doble, en los concentradores de revolución frente a los lineales. El calor acumulado en estos sistemas permite accionar ciclos de potencia convencionales que generan electricidad.

Dentro del grupo de concentración lineal podemos distinguir:

- Concentradores Cilindro Parabólicos²⁶: En los que la disposición de la superficie reflectante permite que todos los focos de las parábolas conformen un eje por el que discurre el conducto que contiene el elemento a calentar (fluido caloportador, aceite térmico o vapor sobrecalentado).
- Espejos Fresnel: Concentran la radiación solar en una línea. La principal diferencia es que los concentradores son planos, menos eficientes pero más baratos debido al material empleado y a su propia forma. Otra diferencia es que el eje por el que discurre el tubo que contiene el fluido está a varios metros de altura.

²⁶ FERNÁNDEZ-GARCÍA, A., ZARZA, E., VALENZUELA, L., PÉREZ GARCÍA, M., *Parabolic-trough solar collectors and their applications*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 14 (7), 2010, pp. 1695-1721.

Entre las tecnologías que concentran la radiación solar en un único punto destacaremos:

- **Discos Parabólicos (Stirling):** En la que el foco puntual se encuentra a escasos metros de la superficie reflectante de cada disco. Su precio es algo más elevado que otras técnicas de concentración aunque destacan por su alta eficiencia (próxima al 40%). La conversión de calor en electricidad se produce en el mismo foco de la parábola gracias a la presencia de un motor termodinámico del tipo Stirling.
- **Receptor Central (Torre)²⁷:** En la que un único foco puntual se encuentra, a centenares de metros del campo de heliostatos, en lo alto de una torre. Los heliostatos están accionados de forma que siguen al disco solar. Las altas temperaturas que se alcanzan en el receptor precisan que el medio de transferencia a los ciclos de generación sea sales fundidas, aire o agua / vapor. La conversión de calor en electricidad se produce en un bloque independiente al concentrador.

²⁷ THIRUGNANASAMBANDAM, M., INIYAN, S., GOIC, R., *A review of solar thermal technologies*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 14 (1), 2010, pp. 312- 322.

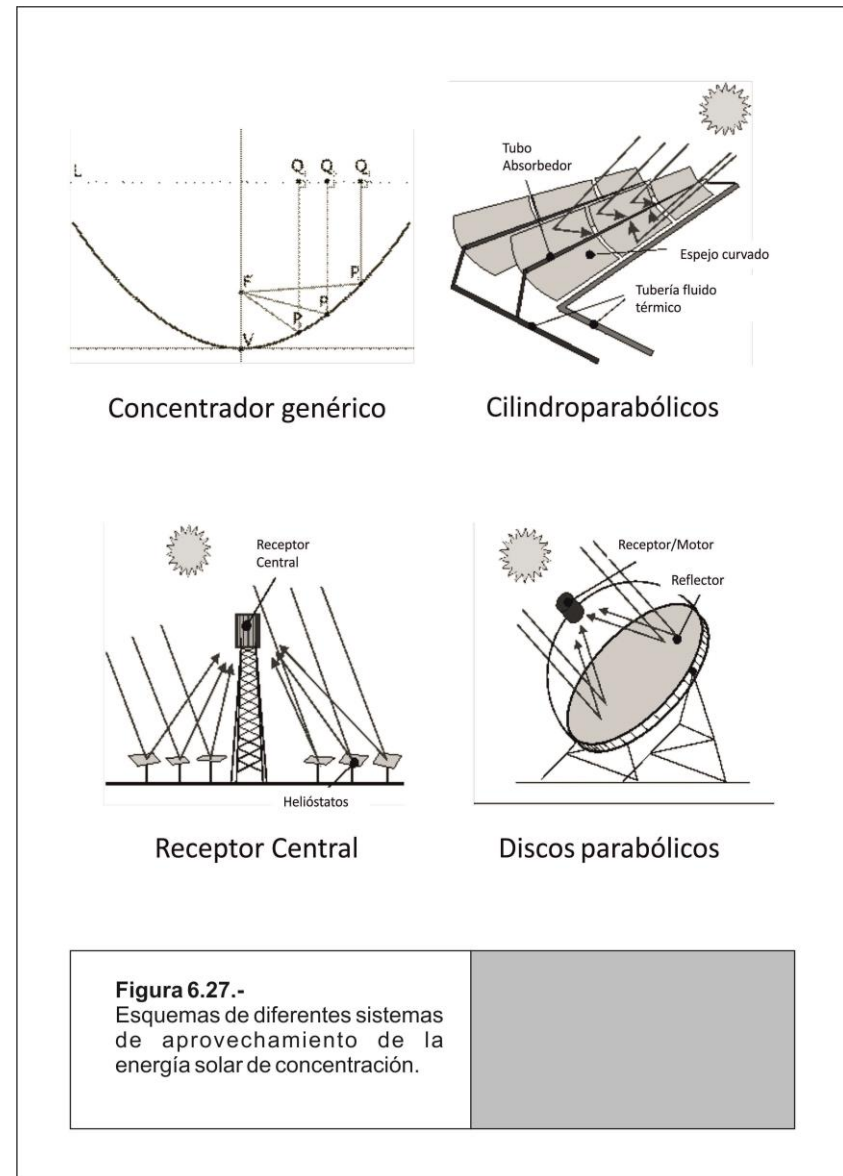




Figura 6.28.-

De arriba hacia abajo y de izquierda a derecha: Espejos Fresnel, Disco Parabólico (PSA), Concentradores Cilindro Parabólicos (PSA) y Receptor Central (PSA).



Uno de los mayores inconvenientes que presenta el aprovechamiento de cualquier variante de la energía solar, como venimos reiterando y de forma análoga al conjunto de renovables, viene marcado por la variabilidad del recurso a explotar. Si bien el ciclo solar tiene componentes horarias y estacionales previsible, existen otro tipo de factores imprevisibles que pueden mermar el rendimiento de la instalación. Nos referimos a fenómenos de nubosidad o polución atmosférica en los que el viento, en parámetros como la intensidad y como la dirección, ejerce un papel importante que incrementa su comportamiento dinámico y de difícil previsión.

Las soluciones a este problema, interrupción temporal de la producción debido a la naturaleza del propio recurso solar, han venido fundamentalmente en dos líneas:

- El almacenamiento²⁸ de la energía térmica producida.
- La construcción de sistemas híbridos con otras fuentes de energía de apoyo.

²⁸ GIL, A., MEDRANO, M., MARTORELL, I., LÁZARO, A., DOLADO, P., ZALBA, B., CABEZA, L., *State of the art on high temperature thermal energy storage for power generation. Part 1 – Concepts, materials and modellization*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 14 (1), 2010, pp. 31- 55.

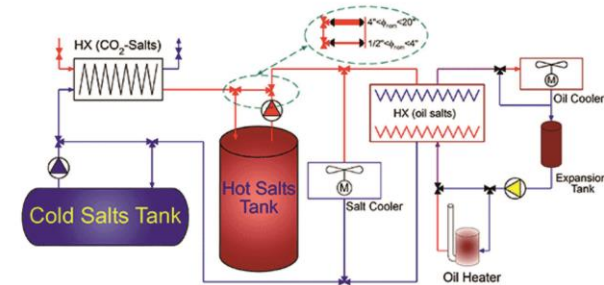


Figura 6.29.-

Vista y esquema de la instalación de almacenamiento térmico en sales fundidas de la Plataforma Solar de Almería.



En lo que respecta al almacenamiento de la energía térmica producida, se trata de una solución que actualmente puede precisar el apoyo de otros sistemas energéticos convencionales. De forma muy genérica podemos indicar que consiste en almacenar parte del calor generado para su posterior empleo durante las fases en las que no se dispone del recurso solar suficiente. La solución de almacenamiento más común emplea las denominadas “sales fundidas”, una mezcla de sales que se encuentra en estado líquido a las temperaturas de funcionamiento de la planta termosolar. Entre las ventajas e inconvenientes de este sistema señalaremos:

- La principal ventaja radica en que al estar las sales en estado líquido, pueden ser transportadas mediante conductos y almacenadas en tanques para ir suministrando de forma ordenada el calor que precisa el ciclo de generación eléctrico.
- El principal inconveniente de este modelo de almacenamiento es, aparte del incremento del coste que supone, la necesidad de mantener las sales a altas temperaturas para evitar su solidificación. Por ello, a efectos de seguridad funcional, se suele disponer de equipos e instalaciones convencionales de apoyo.

Finalmente, una solución alternativa ha venido de la hibridación de plantas termosolares con otras instalaciones energéticas de origen renovable y/o convencionales. Existen tantas soluciones como necesidades concretas aunque las más extendidas actualmente, incluyendo tanto a las centrales exclusivamente termosolares como a las híbridas, son²⁹:

- Centrales de concentrador cilindro-parabólico.
- Centrales de concentrador cilindro-parabólico con almacenamiento térmico empleando sales inorgánicas.
- Centrales de espejos fresnel.
- Centrales de torre central con generación directa de vapor.
- Centrales de torre central con sales inorgánicas como fluido caloportador.
- Centrales de discos parabólicos equipados con motor Stirling.
- Centrales de concentrador cilindro-parabólico hibridadas con biomasa.
- Centrales de concentrador cilindro-parabólico hibridadas con centrales de ciclo combinado.
- Centrales de torre hibridadas con turbina de gas.

²⁹ <http://www.centrales termosolares.com>

6.2.3. Otros sistemas renovables.....

Del resto de sistemas energéticos, vinculados al aprovechamiento de los recursos renovables, tal vez sea la pequeña hidráulica la que precisa mayor grado de acoplamiento con su emplazamiento. Las **centrales minihidráulicas**, se impone la convención internacional de limitar su potencia instalada a los 10 MW, pueden ser clasificadas como:

- Minicentrales de agua fluyente: Desvían, mediante la construcción de presas, depósitos y canales, parte del caudal del curso de agua.
- Minicentrales de regulación propia: Tienen la capacidad de regular y almacenar parte del caudal. Aprovechan la diferencia de energía potencial del agua acumulada por una presa. Una variante de este modelo son las minicentrales a pie de presa, que aprovechan las presas construidas para otros usos (riego, regulación, etc.).
- Minicentrales en canal de riego o de abastecimiento: Ubicadas en conducciones de agua construidas para otros usos (como riego o abastecimiento de poblaciones).

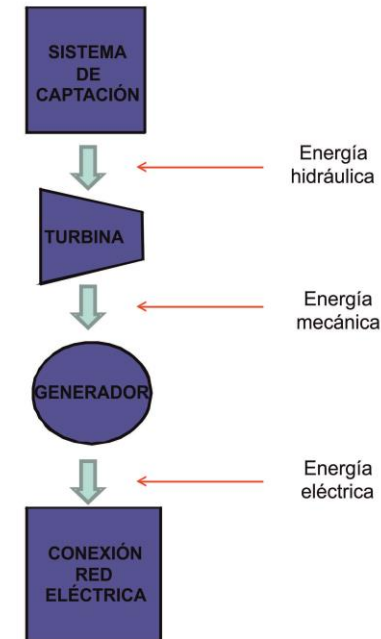


Figura 6.30.-
Esquemas de transformación de la energía hidráulica en energía eléctrica.

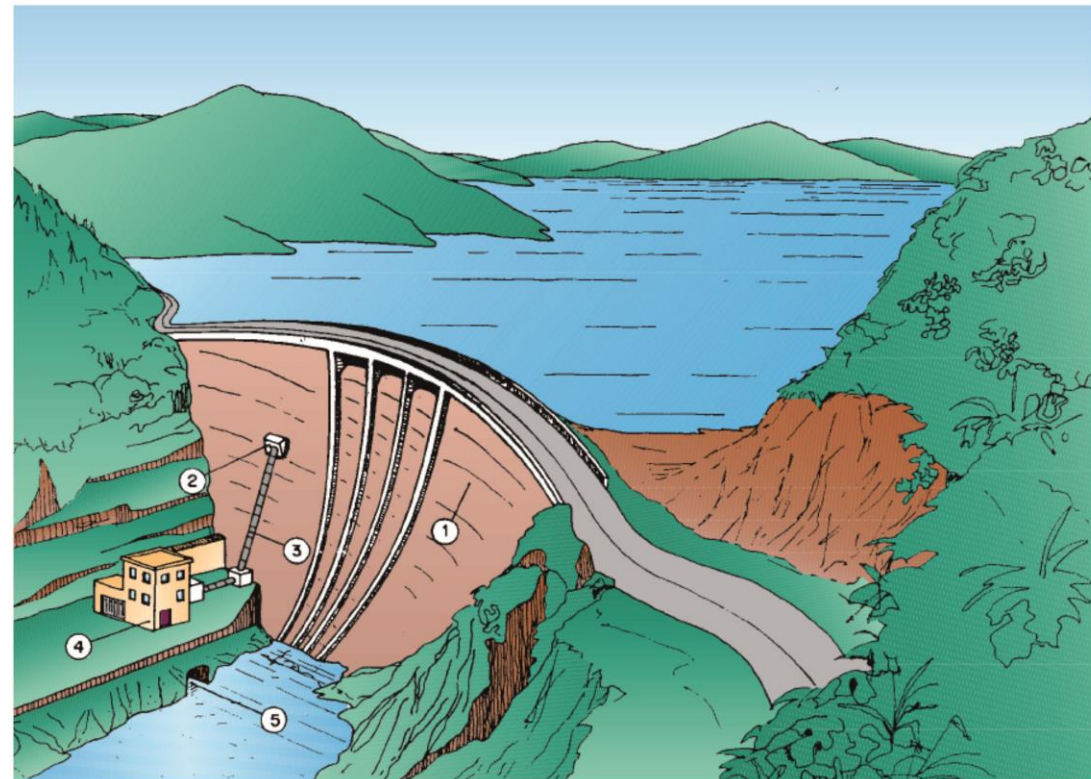
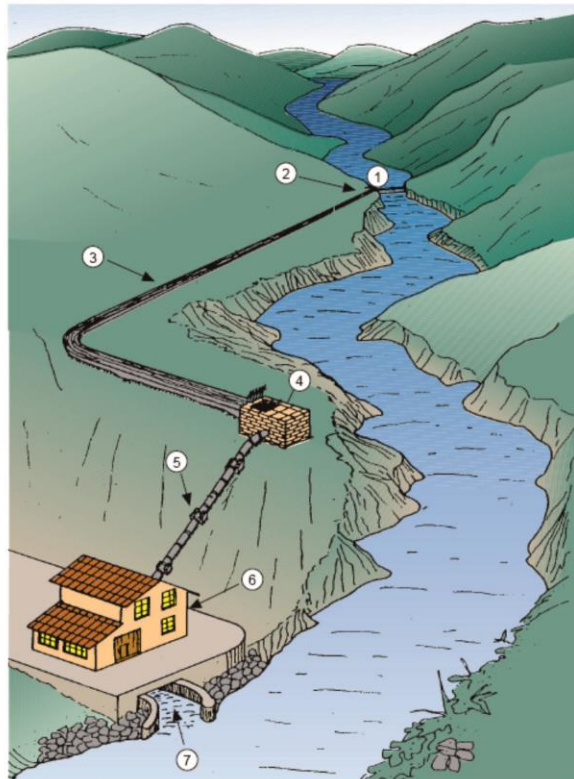


Figura 6.31.-

(Izquierda) Central de agua fluyente: (1) azud, (2) toma, (3) canal o túnel, (4) cámara de carga, (5) tubería forzada, (6) edificio de turbinas y generador y (7) canal de descarga.

(Derecha) Central de regulación propia: (1) presa, (2) toma, (3) tubería forzada, (4) edificio de turbinas y generador y (5) canal de descarga.

Los elementos de obra civil³⁰, aquellos cuya ejecución requiere una mayor transformación del medio, serán tratados en el capítulo siguiente. No obstante y de forma breve podemos indicar que son para el caso de las centrales de agua fluyente:

- Azud o presa: Se levantan transversalmente al curso de agua con la finalidad de detener el curso de agua.
- Toma de agua: Es el primer elemento del conjunto que permite derivar el agua acumulada en el azud hacia la maquinaria ubicada en el edificio principal.
- Canal de derivación: Conduce el agua desde la toma de agua hasta la cámara de carga.
- Cámara de carga: Pequeña construcción o depósito que debe impedir la entrada de aire a la tubería forzada.
- Tubería forzada: Conducción que salva el desnivel existente entre la cámara de carga y las turbinas.
- Edificio principal: Aloja los equipos electromecánicos de la central.
- Canal de desagüe: Es la conducción que devuelve el agua al río una vez finalizado el proceso.

Para las centrales de tipología de regulación propia, de mayor impacto ambiental que las centrales de agua fluyente, los elementos de obra civil son:

- Presa: Se levantan, igualmente, de forma transversal al curso de agua para retener el curso de agua.
- Toma de agua: Capta el agua contenida en el vaso de la presa, a un nivel concreto, hacia la tubería forzada.
- Tubería forzada: Conducción que salva el desnivel existente entre la toma de agua y las turbinas.
- Edificio principal: Aloja los equipos electromecánicos de la central como las turbinas y el generador.
- Canal de descarga: Es la conducción que devuelve el agua al río una vez finalizado el proceso.

Las centrales en canal de riego o de abastecimiento se adaptan a las condiciones de la infraestructura y su entorno, En los casos en que el canal cuenta con desnivel suficiente, se instala una tubería forzada que conduce el agua a las turbinas y posteriormente la devuelve al canal mediante un conducto de descarga del agua turbinada. También se puede aprovechar el desnivel entre el canal y un río cercano, para lo que se aprovechan los excedentes del agua del canal.

³⁰ *Minihidráulica en el País Vasco*. Ente Vasco de la Energía, Bilbao, 1995.

Si los elementos de obra civil son los responsables de la captación del recurso hídrico, al equipamiento electromecánico le corresponde la tarea de la generación de electricidad así como su vertido a la red. Entre otros componentes destacamos:

- Elementos de cierre y regulación.
- Turbinas.
- Generadores eléctricos.
- Dispositivos de regulación y protección.
- Equipos de conexión a la red eléctrica (transformadores, cuadros, líneas, etc.).

Las turbinas hidráulicas son el elemento más característico de la actividad hidroeléctrica. Se trata de la maquinaria que convierte la energía hidráulica, energía cinética del agua en movimiento, en energía mecánica. Las turbinas pueden ser de dos tipos:

- De acción (aprovechan la velocidad del agua para girar) como las tipo PELTON.
- De reacción (aprovechan la presión y la velocidad del agua para girar) como las tipo FRANCIS, HÉLICE Y KAPLAN.

Tipo	Flujo	Denominación	Álabes
Turbinas Acción	Tangencial	PELTON	Fijos
Turbinas Reacción	Diagonal	FRANCIS	Fijos y orientables
	Axial	HÉLICE	Fijos
		KAPLAN	Orientables

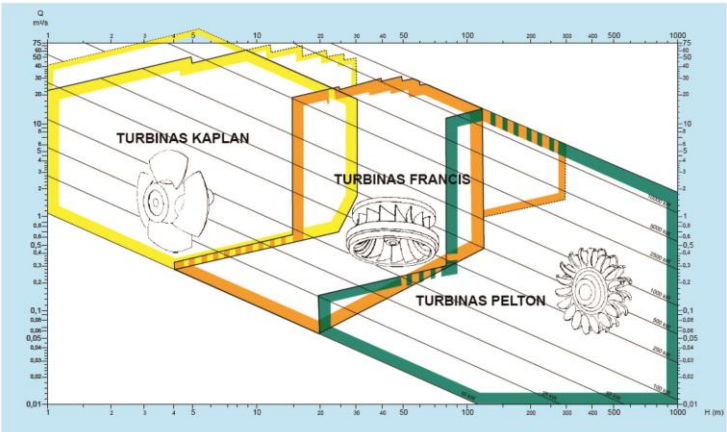


Figura 6.32.-
(Arriba) Tipo de turbinas.
(Abajo) Ábaco de selección del tipo de turbina en función de la altura y el caudal.

Continuamos el repaso a los sistemas de aprovechamiento eléctrico de los recursos hídricos con el segundo componente, junto a las turbinas, más emblemático del equipamiento electromecánico: el generador eléctrico³¹. Se trata de una máquina que transforma mediante un proceso electromagnético la energía mecánica de rotación, suministrada por la turbina, en energía eléctrica alterna. Los generadores pueden ser síncronos o asíncronos, en función de su velocidad en relación a la frecuencia de la red. La elección de unos o otros se realiza en función de numerosos factores como las condiciones de vertido de la producción a la red, la potencia de la central, la valoración económica, etc.

Por último existen una serie de elementos como los dispositivos de regulación y protección, transformadores de potencia, etc. que permiten un funcionamiento eficiente del sistema en condiciones de seguridad. Entre las tendencias del sector en los últimos años cabe destacar la mejora en los equipos de control y supervisión, la minimización del impacto ambiental, la aplicación de nuevos principios de diseño, el empleo de nuevos materiales, etc.

³¹ MEDINA QUESADA, M^a Ángeles, OGÁYAR FERNÁNDEZ, Blas, DE LA CASA HERNÁNDEZ, Jesús, (2010).

Como venimos manteniendo a lo largo del presente estudio, la energía **mareomotriz** es incluida por algunos autores en el grupo de los aprovechamientos hidráulicos. Dentro de la misma podemos distinguir entre aplicaciones que explotan la corriente de las mareas, las turbinas pueden ser instaladas en el lecho marino o estar adosadas a algún elemento estructural anclado al mismo, y las que precisan de la existencia de una presa que contenga el agua de la pleamar. Las primeras son más recientes, con amplio margen de desarrollo, y tienen menor impacto paisajístico y probablemente medioambiental. Las segundas cuentan con mayor bagaje y si bien tienen elementos constituyentes similares a las centrales hidráulicas (como el aprovechamiento del movimiento del agua retenida en un embalse o caldera), el carácter periódico del ciclo mareal le otorga condicionantes particulares. Actualmente la explotación de la energía de las mareas sólo es aconsejable para una amplitud de mareas superior a los 5 metros.

En Andalucía el potencial mareomotriz se localiza en el arco Atlántico y cuenta con la ventaja de la existencia de una amplia red de esteros, salinas, marismas, caños, rías, etc., característicos de este litoral, algunos de los cuales simplemente deberían ser adaptados y adecuados mediante intervenciones de escaso impacto ambiental.

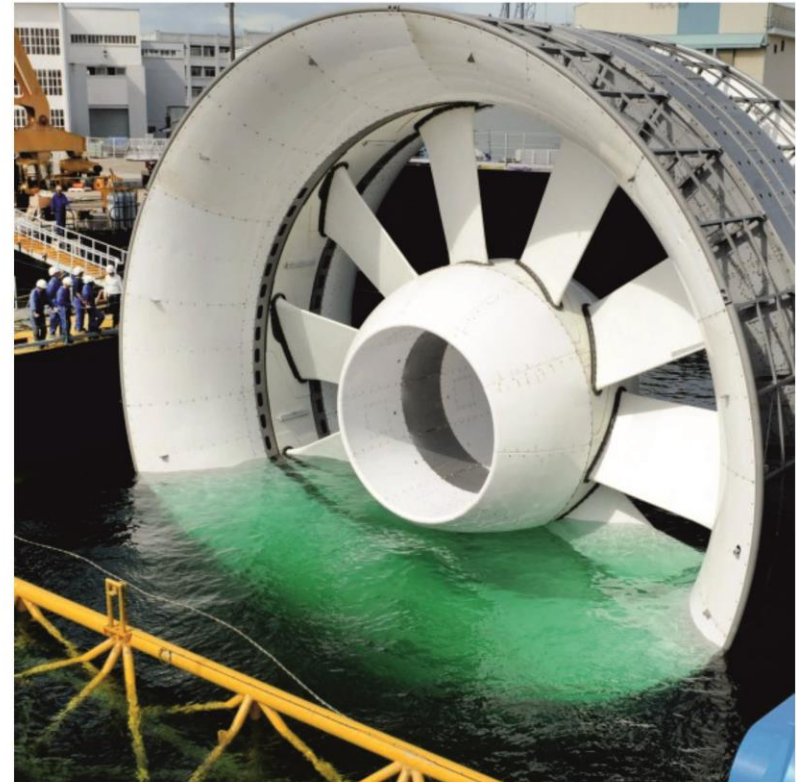
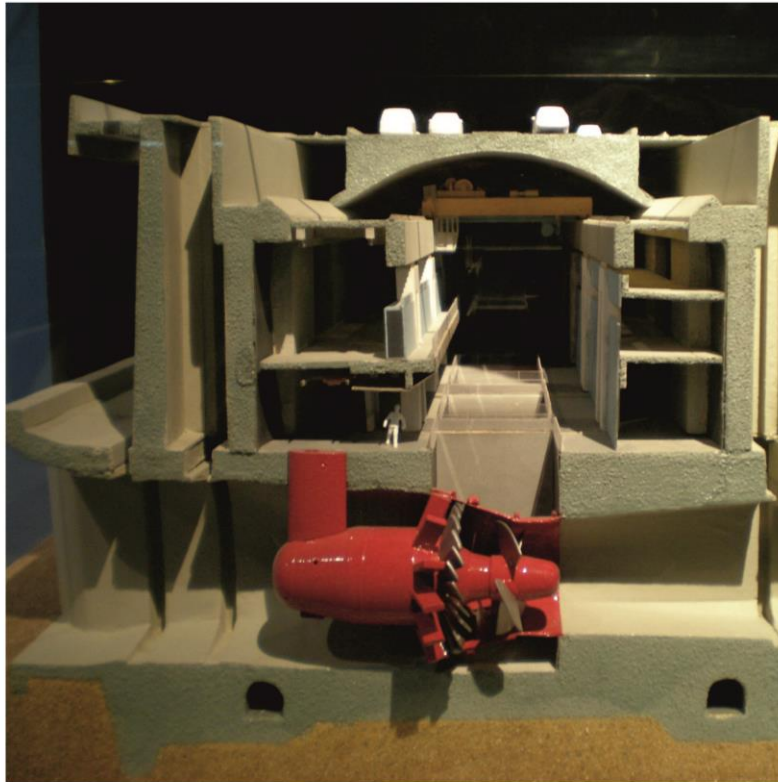
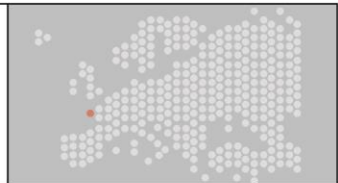


Figura 6.33.-

Existe una amplia variedad de modelos de turbinas mareomotrices, destacamos las siguientes ubicadas en Bretaña (Francia):

(Izquierda) Sección funcional de la central mareomotriz del Rance, 1967.

(Derecha) Trabajos previos con una turbina del parque de Paimpol-Bréhat, 2012.



Si bien la energía mareomotriz ha sido la que históricamente ha podido ser aprovechada, fundamentalmente por proyectar sus efectos tierra adentro hasta el límite de la zona de acción de las mareas, actualmente está siendo calibrado el potencial energético vinculado a la acción de los mares en su conjunto. Las conclusiones de numerosos documentos y estudios internacionales señalan que los recursos renovables marítimos albergan una inmensa cantidad de energía³².

El mejor conocimiento de la dinámica de los mares y océanos ha puesto a disposición del hombre la explotación de recursos energéticos renovables hasta ahora sin aprovechar (eólica marina, mareas, corriente, gradiente térmico y salino, oleaje, etc.). Consecuentemente han sido abiertas numerosas líneas de investigación que han permitido desde el estudio de principios fundamentales hasta el posterior desarrollo de todo tipo de ingenios. Uno de los aspectos a destacar en la evolución experimentada por el sector de las energías renovables marinas, es la asimilación del impacto sobre el medio ambiente marino como uno de sus preceptos fundamentales.

³² *Libro Verde. Hacia una futura política marítima de la Unión: perspectiva europea de los océanos y los mares*, Comisión de las Comunidades Europeas (COM), Bruselas, 2006, pp. 17.

Dado que no es objeto del presente estudio profundizar en esta materia nos limitaremos a señalar que la energía **undimotriz**, aprovecha el movimiento periódico de las olas, es una de las que está recabando mayor esfuerzo investigador. Esta concurrencia innovadora explica que se planteen diversas formas, en función de la disposición del ingenio respecto al frente de ola, de plantear su aprovechamiento energético:

- Elemento puntual.
- Perpendicular al frente de ola.
- Paralelo al frente de ola.

La tecnología disponible ha permitido plantear emplazamientos offshore, al igual que ocurre con la mareomotriz, lo que permite reducir las presiones sobre el medioambiente del litoral. Existen prototipos completamente sumergidos y una amplia gama de soluciones que se adaptan a las condiciones concretas de cada proyecto.

Algo más atrasadas respecto a la mareomotriz y undimotriz, aunque con un alto potencial de desarrollo, encontramos las aplicaciones para la explotación de la energía contenida en las **corrientes marinas**.

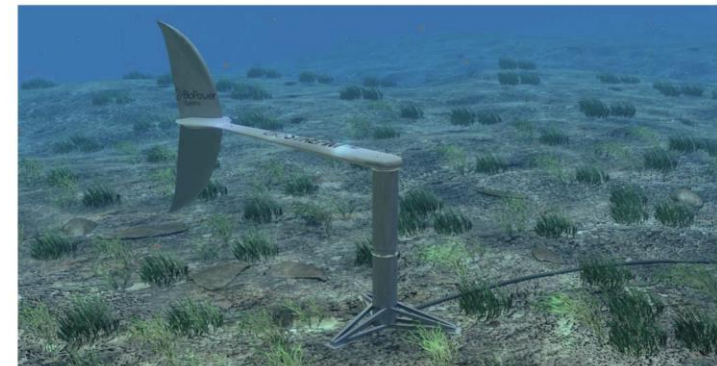
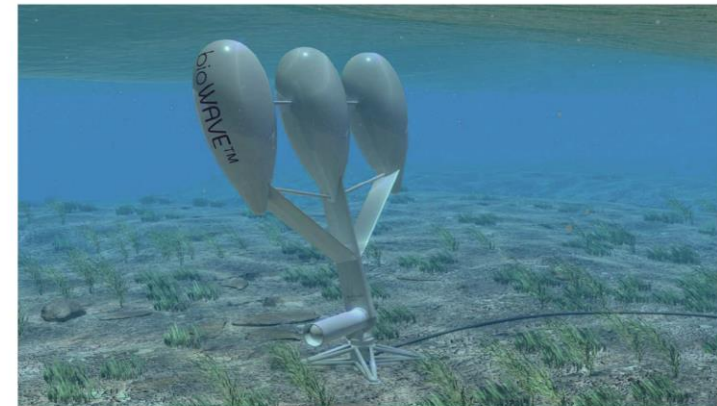
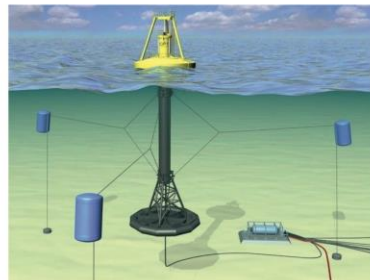
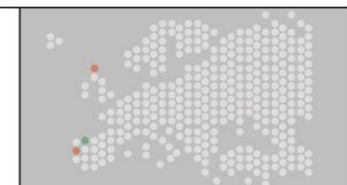


Figura 6.34.-

- Izquierda, boya undimotriz en la central de Santoña - Cantabria (arriba) y esquema funcional (abajo).
- Centro, atenuador undimotriz de las instalaciones de Agucadoura - Portugal (arriba) y en Orkney - Escocia (centro y abajo).
- Derecha, ingenio undimotriz modelo “bioWAVE” (arriba) e ingenio captador de corrientes marinas modelo “bioSTREAM” (abajo).

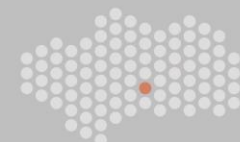


El sector de la **biomasa**, como indicamos en el punto correspondiente, se trata del más amplio y menos homogéneo de las renovables. Tanto por el origen de los recursos como por los procesos a los que se les somete, la biomasa abarca desde aplicaciones domésticas a grandes instalaciones industriales. Permite aplicaciones térmicas directas como las chimeneas, las calderas domésticas, las calderas colectivas, hornos, equipos térmicos industriales, etc. También puede destinar esta capacidad de generar calor, a través de su combustión, para la producción de electricidad en instalaciones de diversas dimensiones (desde pequeños generadores autónomos a grandes centrales conectadas a la red). Igualmente proporciona el biocombustible con el vehículos públicos y privados se desplazan. Incluso se emplea biomasa para procesos de compostaje o elaboración de productos para la alimentación animal.

Esta versatilidad y capacidad de aportar seguridad en la cobertura de la demanda energética, la ha convertido en un recurso de extraordinario valor en la concepción de soluciones híbridas con otras energías renovables. En cualquier caso nos permitimos recomendar la adopción de soluciones acopladas con el territorio, de forma que se priorice el empleo de los recursos de la biomasa presente en el entorno más cercano.



Figura 6.35.-
Planta de Biomasa, Oleícola El
Tejar Ntra. Sra. De Araceli, S.C.A.
El Tejar - Palenciana (Córdoba).

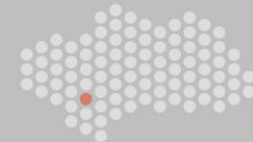


El aprovechamiento que se hace de la energía **geotérmica**, almacenada bajo la superficie sólida de la Tierra en forma de calor, abarca desde sencillos equipos térmicos hasta equipos más complejos generadores de electricidad. Las aplicaciones que se hacen de los **recursos geotérmicos** varían, fundamentalmente, en función de la temperatura a la que se encuentran. En base a la clasificación seguida en el apartado anterior podemos encontrar, entre otras, las siguientes:

- Recursos de Muy Baja Temperatura ($T < 25^{\circ}\text{C}$): Bomba de calor y calefacción suelo radiante.
- Recursos de Baja Temperatura ($30^{\circ}\text{C} < T < 100^{\circ}\text{C}$): Bomba de calor, climatización de piscinas, calefacción suelo radiante y por radiadores, agua caliente sanitaria, Invernaderos, industria alimentación, procesos industriales de lavado y secado, etc.
- Recursos de Media Temperatura ($100^{\circ}\text{C} < T < 180^{\circ}\text{C}$): Climatización, secado de alimentos y plantas eléctricas de ciclo binario.
- Recursos de Alta Temperatura ($T > 180^{\circ}\text{C}$): Plantas eléctricas convencionales.
- Recursos en Sistemas Estimulados (EGS $T > 180^{\circ}\text{C}$): Plantas eléctricas convencionales.



Figura 6.36.-
Instalación de climatización
mediante energía geotérmica,
Jerez de la Frontera (Cádiz).



REFERENCIAS DE LAS FIGURAS :

Figura 6.1. Sistema de medición de turbulencias en el viento.

Fuente: “NELSON, Vaughn, *Wind Energy Renewable Energy ans the Envitoment*, Taylor&Francis Group, LLC, Boca Raton, 2009, pp. 67”.

Figura 6.2. (Arriba) Altura necesaria de pequeños aerogeneradores para salvar las turbulencias de un obstáculo. (Abajo) Efecto sobre el viento, velocidad y potencia, de las turbulencias generadas por un obstáculo.

Fuente: “NELSON, Vaughn, *Wind Energy Renewable Energy ans the Envitoment*, Taylor&Francis Group, LLC, Boca Raton, 2009, pp. 180”.

Figura 6.3. (Arriba) Parque eólico sobre una cresta en Córcega, Francia. (Abajo) Parque eólico en una meseta, La Muela, Zaragoza.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6.4. Plano nº 8 del P. Especial de Zonificación de las Instalaciones Eólicas de Tarifa, en el que observamos el área de exclusión en torno al núcleo de El Almarchal.

Fuente: Plan Especial de Ordenación de las instalaciones eólicas de Tarifa, Cádiz, mayo 2002.

Figura 6.5. Densidad de potencia media anual del viento en Andalucía a una altura de 80 metros.

Fuente: IDAE.

Figura 6.6. El alba da paso a la primera luz del día.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6.7. Disposición de los sensores en una estación Radiométrica completa de la Agencia Estatal de Meteorología.

Fuente: *Atlas de radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT*. Agencia estatal de Meteorología, Madrid, 2005, pp.15.

Figura 6.8. (Arriba) Comportamiento de las distintas capas de la atmósfera terrestre frente a las radiaciones solares. (Abajo) Fotografía del reflejo solar sobre la atmósfera terrestre desde el espacio.

Fuente: (Arriba) <http://www.astrofisicayfisica.com>. (Abajo) NASA.

Figura 6.9. (Arriba) Energía radiactiva solar incidente de onda corta y energía saliente de la Tierra de onda larga. (Abajo) Variabilidad del movimiento aparente del Sol para una latitud a lo largo de las distintas declinaciones del año.

Fuente: (Arriba) Elaboración propia a partir de “*Atlas de radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT*”. Agencia estatal de Meteorología, Madrid, 2005, pp.156”. (Abajo) PÉREZ GARCÍA, Manuel, *Energía Solar*. Energías renovables: paisaje y territorio andaluz. Grupo de Estudios TEXTURA, Sevilla, 2010, pp. 175.

Figura 6.10. Mapas de la Península Ibérica con la Irradiancia Global media, en el periodo 1983-2005, en las distintas estaciones climatológicas. De izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: primavera, verano, otoño e invierno.

Fuente: *Atlas de radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT*. Agencia estatal de Meteorología, Madrid, 2005, pp.32-35.

Figura 6.11. Potencial hidroeléctrico en España (GWh/año), 1980.

Fuente: *Estudio sobre el aprovechamiento del potencial hidroeléctrico con centrales de pequeña potencia*. MOPU, MIE, UNESA, INTECSA, Madrid, 1980.

Figura 6.12. Potencial energético de diversas fuentes marinas en Andalucía. De izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: potencial del gradiente térmico, potencial del gradiente salino, flujo de energía asociado al oleaje y potencial de las corrientes marinas.

Fuente: *Energías Marinas, recursos energéticos de Andalucía*. Agencia Andaluza de la Energía, Sevilla, 2011.

Figura 6.13. Orígenes, tratamiento y destino de la energía de la biomasa.

Fuente: Autor a partir de BERBEL VECINO, Julio, GONZÁLEZ GRANADO, Inmaculada, *La biomasa en Andalucía. Energías renovables: paisaje y territorio andaluz*. Grupo de Estudios TEXTURA, Sevilla, 2010, pp. 190.

Figura 6.14. Potencial de Biomasa en Andalucía.

Fuente: Autor a partir de *Situación de la biomasa en Andalucía*, Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa, Sevilla, 2007.

Figura 6.15. Estructura interna de la Tierra.

Fuente: *Andalucía Renovable*. Agencia Andaluza de la Energía, Sevilla, 2011, pp. 168.

Figura 6.16. Potencia de energía geotérmica instalada en Andalucía, 2012.

Fuente: Autor a partir de Agencia Andaluza de la Energía.

Figura 6.17. Mapas de zonas de interés geotérmico de Andalucía, 2009.

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

Figura 6.18. (Arriba) Aplicación doméstica de la minieólica. (Abajo) Aplicación en telecomunicaciones de la minieólica.

Fuente: <http://www.bornay.com/>

Figura 6.19. Existe una amplia variedad de modelos de aerogeneradores, en función de la orientación de su eje distinguimos: (Arriba) Aerogeneradores de eje vertical. (Abajo) Aerogeneradores de eje horizontal.

Fuente: <http://www.windsofchange.dk/>, <http://www.kliux.com/>, <http://turbines.allsmallwindturbines.com/>, NASA y elaboración propia.

Figura 6.20. (Izquierda) Tripala de eje horizontal con torre en celosía. (Derecha) Tripala de eje horizontal con torre tubular.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6.21. (Izquierda) Esquema con los componentes de un aerogenerador tipo. (Derecha) Grupo de aerogeneradores en Andalucía.

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía y elaboración propia.

Figura 6.22. Distintos tipos de células fotovoltaicas.

Fuente: <http://www.enforce-een.eu/>

Figura 6.23. Invernadero.

Fuente: <http://www.jardineria.pro/>

Figura 6.24. (Izquierda) Esquema con los componentes de un Colector de Placa Plana (CPP). (Derecha) Esquema con los componentes de un Colector de Tubo de Vacio (CTV).

Fuente: <http://mundobiodegradable-ciencia.blogspot.com.es/> y <http://www.solartermica.net/>.

Figura 6.25. (Arriba) Esquema de un sistema solar de acondicionamiento de aire por absorción. (Abajo) Esquema de

bomba de calor por energía solar para calefacción y refrigeración.

Fuente: “FERNÁNDEZ DIEZ, Pedro, *Energía Solar*, Redsauce Engineering Services, Santander, 2009, pp. 120”.

Figura 6.26. Esquema de una instalación solar térmica de baja temperatura doméstica para ACS y Climatización de Piscina exterior.

Fuente: <http://www.implica-t.com/>

Figura 6.27. Esquemas de diferentes sistemas de aprovechamiento de la energía solar de concentración.

Fuente: (Arriba) PÉREZ GARCÍA, Manuel, *Energía Solar*. Energías renovables: paisaje y territorio andaluz. Grupo de Estudios TEXTURA, Sevilla, 2010, pp. 182.

Figura 6.28. De arriba hacia abajo y de izquierda a derecha: espejos Fresnel, Disco parabólico (PSA), Concentradores Cilindro Parabólicos (PSA) y Receptor Central (PSA).

Fuente: <http://www.guardian.com> y <http://www.psa.es>

Figura 6.29. Vista y esquema de la instalación de almacenamiento térmico en sales fundidas de la Plataforma Solar de Almería.

Fuente: <http://www.psa.es>

Figura 6.30. Esquemas de transformación de la energía hidráulica en energía eléctrica.

Fuente: Autor a partir de MEDINA QUESADA, M^a Ángeles, OGÁYAR FERNÁNDEZ, Blas, DE LA CASA HERNÁNDEZ, Jesús, Hidráulica. Energías renovables: paisaje y territorio andaluz. Grupo de Estudios TEXTURA, Sevilla, 2010, pp. 214.

Figura 6.31.

(Izquierda) Central de agua fluyente: (1) azud, (2) toma, (3) canal o túnel, (4) cámara de carga, (5) tubería forzada, (6) edificio de turbinas y generador y (7) canal de descarga.

(Derecha) Central de regulación propia: (1) presa, (2) toma, (3) tubería forzada, (4) edificio de turbinas y generador y (5) canal de descarga.

Fuente: *Minihidráulica en el País Vasco*. Ente Vasco de la Energía, Bilbao, 1995, pp. 17-18.

Figura 6.32. (Arriba) Tipo de turbinas. (Abajo) Ábaco de selección del tipo de turbina en función de la altura y el caudal.

Fuente: (Arriba) Autor a partir de MEDINA QUESADA, M^a Ángeles, OGÁYAR FERNÁNDEZ, Blas, DE LA CASA HERNÁNDEZ, Jesús, Hidráulica. Energías renovables: paisaje y territorio andaluz. Grupo de Estudios TEXTURA, Sevilla, 2010, pp. 218. (Abajo) *Minihidráulica en el País Vasco*. Ente Vasco de la Energía, Bilbao, 1995, pp. 26.

Figura 6.33. Existe una amplia variedad de modelos de turbinas mareomotrices, destacamos las siguientes ubicadas en Bretaña (Francia): (Izquierda) Sección funcional de la central mareomotriz del Rance, 1967. (Derecha) Trabajos previos con una turbina del parque de Paimpol-Bréhat, 2012.

Fuente: (Arriba) Autor (Abajo) <http://energie.edf.com/hydraulique/>

Figura 6.34.- Izquierda, boya undimotriz en la central de Santoña - Cantabria (arriba) y esquema funcional (abajo). Centro, atenuador undimotriz de las instalaciones de Agucadoura - Portugal (arriba) y en Orkney - Escocia (centro y abajo). Derecha, ingenio undimotriz modelo “bioWAVE” (arriba) e ingenio captador de corrientes marinas modelo “bioSTREAM” (abajo).

Fuente: (Izquierda) arriba <http://oceanpowertechnologies.com/> y abajo en <http://iberdrola.es/> (Centro) arriba libre en

<http://commons.wikimedia.org> y resto en <http://pelamiswave.com/>
(Derecha) <http://biopowersystems.com/>

Figura 6.35. Planta de Biomasa, Oleícola El Tejar Ntra. Sra. De Araceli, S.C.A. El Tejar - Palenciana (Córdoba).

Fuente: Energías renovables: paisaje y territorio andaluz. Grupo de Estudios TEXTURA, Sevilla, 2010, pp. 320 - 321.

Figura 6.36. Instalación climatización mediante energía geotérmica, Jerez de la Frontera (Cádiz).

Fuente: Energías renovables: paisaje y territorio andaluz. Grupo de Estudios TEXTURA, Sevilla, 2010, pp. 292 - 293.

7.- ENERGÍAS RENOVABLES. INCIDENCIA TERRITORIAL...

7.1.- Territorio y medio ambiente.

7.2.- Huellas territoriales de las renovables.

7.2.1 Eólica:

7.2.1.1 Modelos de ocupación territorial de la energía eólica.

- 7.2.1.1-1 Parques eólicos terrestres.
- 7.2.1.1-2 Parques eólicos marinos.

7.2.1.2 Incidencia territorial de la energía eólica.

7.2.2 Solar.

7.2.2.1 Modelos de ocupación territorial de la energía solar.

- 7.2.2.1-1 Huertos solares FV.
- 7.2.2.1-2 Plantas termosolares.

7.2.2.2 Incidencia territorial de la energía solar.

.- Referencia de las figuras.

7.- ENERGÍAS RENOVABLES. INCIDENCIA TERRITORIAL...

Las fuentes de energías renovables se encuentran sustancialmente ligadas, desde su propia génesis, al territorio en el que se hacen presentes. Las características físicas y las condiciones ambientales, en un enclave determinado, influyen necesariamente en la configuración de la fuente renovable. Esta simbiosis entre energías renovables, territorio y medio ambiente, simplemente quimérica para las fuentes energéticas convencionales, es la mayor garantía para un equilibrado acople territorial. No obstante, la tensión derivada de unas necesidades energéticas en aumento y las limitaciones a su aprovechamiento (tecnológicas, legales, etc.) puede provocar el desacople del emplazamiento renovable de su enclave ideal. En estos casos se incrementa la incidencia territorial de unas instalaciones renovables que no se explotan donde se quiere si no donde se puede. De ahí la importancia de una correcta selección de emplazamientos como garante del equilibrio territorial. En el presente capítulo estudiaremos los principales modelos de ocupación del territorio de las energías renovables (eólica y solar), así como su incidencia territorial.

7.1 TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE :

Con carácter previo al análisis de la incidencia territorial y medioambiental de las renovables, consideramos preciso establecer como punto de partida la revisión de una serie de conceptos vinculados con el territorio y el medio ambiente.

El territorio es un concepto al que se han aproximado, con sus correspondientes enfoques, buena parte de las disciplinas o ramas del conocimiento humano. Para los naturalistas el territorio es el *“área de influencia y dominación de una especie animal, la cual lo domina de manera más intensa en el centro y va reduciendo esta intensidad en la medida en que se aproxima a la periferia, donde compite con dominios de otras especies”*¹.

Frente al enfoque de las Ciencias Naturales, las Ciencias Sociales incorporan al concepto de territorio el papel preponderante de la especie humana. Esbozan el territorio como espacio vinculado a individuos o colectividades y aparecen formas de relación como la propiedad o pertenencia.

¹ “CORREIA DE ANDRADE, Manuel, en RESTREPO, Gloria. *Aproximación cultural al concepto de territorio*, Revista Perspectiva Geográfica, Bogotá, 1996”.

El Derecho Internacional equipara el territorio al espacio sobre el que se encuentra instalada una comunidad nacional. Podemos interpretar que algunos juristas como Rousseau asimilan el territorio a la propia naturaleza del Estado y lo afecta al ejercicio del poder público, mientras que para otros como León Duguit constituye el límite físico de la acción de gobierno. Podemos apreciar cierta influencia de los postulados jurídicos en la propia definición de territorio de la Real Academia Española. Así, en su primera acepción lo define como la *“porción de la superficie terrestre perteneciente a una nación, región, provincia, etc.”*.

Pero más allá de las definiciones nos resulta de especial interés el papel de la Geografía en el estudio del territorio y el medio ambiente. Durante el siglo pasado algunos autores redefinen la disciplina, integrando la ciencia del paisaje y del medio ambiente, inspirados en *“la ecología norteamericana, en el “Landschaftskunde” alemán, en la teoría de sistema y de conjuntos, en el concepto de geosistema soviético y en algunos otros conceptos y métodos de análisis integrado”*².

² “FROLOVA, Marina. Bertrand, Claude et Georges. *Une géographie traversière: L'environnement à travers territoires et temporalités*. Biblio 3W, Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales, Universidad de Barcelona, Vol. VIII, nº 432, 2003”.

Probablemente sea la Geografía el campo de conocimiento humano que más profusamente ha analizado y enriquecido el concepto de territorio. Florencio Zoido define territorio como:

“... el espacio geográfico adscrito a un ser, a una comunidad, a un ente de cualquier naturaleza, física o inmaterial: el espacio de vida de un animal, el área de aparición de una especie vegetal, el ámbito de difusión de una lengua o de cualquier otra práctica social, etc. Cuando se atribuye a un grupo humano complejo (un pueblo, una nación, una sociedad) se convierte en uno de los integrantes fundamentales de su proyecto común: en soporte y recurso básico, ámbito de vida, paisaje propio e invariante en la memoria personal y colectiva. En definitiva en el espacio geográfico en el que se vive y que corresponde manejar y administrar para bien de los individuos y del conjunto de la comunidad”³.

³ “ZOIDO NARANJO, Florencio. *Geografía y Ordenación del territorio*. Barcelona, Íber, Didáctica de las ciencias sociales. Geografía e Historia nº 16, 1998. pp. 19-31”.

El manejo y administración del territorio que se introduce en la definición anterior nos permite dar entrada al concepto de la “ordenación del territorio”, que si bien no será objeto de profundización en el presente capítulo si es un referente a lo largo del estudio. Debemos considerar que estamos de nuevo ante un concepto, de forma análoga a nuestra aproximación al territorio, ampliamente interpretado por los autores que ha dado pie a diversos modelos de ordenación del territorio. El propio Zoido⁴, citando la “Carta europea de Ordenación del Territorio”⁵, define el término como:

“La acción y la práctica (en mayor medida que la ciencia, la técnica o el arte) de disponer con orden, a través del espacio de un país y en una visión prospectiva, los hombres, las actividades, los equipamientos y los medios de comunicación que ellos pueden utilizar, tomando en consideración las limitaciones naturales, humanas, económicas o incluso estratégicas”.

⁴ “ZOIDO NARANJO, Florencio. Opus citada”.

⁵ Carta Europea de Ordenación del Territorio, Recomendación n. R(84) 2 del Comité de Ministros a los Estados miembros del Consejo de Europa, adoptada el 26/1/1984.

La referida “Carta europea de Ordenación del Territorio” conforma un documento de gran importancia que se fijó como objetivos fundamentales el desarrollo socioeconómico equilibrado de las regiones, la mejora de la calidad de vida, la gestión responsable de los recursos naturales y la protección del medio ambiente y la utilización racional del territorio.

Los diversos modelos de ordenación del territorio a los que hacíamos referencia encierran, bajo nuestro punto de vista, interpretaciones sobre el modo en que el hombre debe relacionarse con el entorno y puede disponer de sus recursos. Consecuentemente, la determinación de estas pautas sobre la implantación territorial de las actividades humanas está sujeta indisolublemente a procesos vinculados con necesidades del momento, expectativas existenciales o los propios paradigmas culturales de los grupos humanos.

No obstante, esta visión más integradora no siempre ha presidido el enfoque dado a la ordenación del territorio. Buena parte de los autores distinguen entre dos grandes modelos de ordenación del territorio. El que limita su intervención a planificar el territorio como realidad física y el que valora globalmente el territorio y sus recursos naturales con la cultura, economía, medio ambiente, etc.

La concepción global de la ordenación del territorio precisa integrar aparte de las necesidades físicas y económicas, tal y como venimos manteniendo, los paradigmas culturales dominantes. Estos determinarán, de forma sustancial, el uso de los recursos naturales por parte del hombre. Podríamos concluir por tanto que el patrón que rige el moldeado del paisaje y territorio lo podemos hallar en los fundamentos culturales de cada pueblo, mientras que el grado de ejecución dependerá de su capacidad efectiva para sacar adelante proyectos colectivos. El resultado final medirá en buena parte el grado de desarrollo cultural y/o económico alcanzado por los distintos grupos sociales.

En el presente capítulo abordaremos el estudio del territorio con un carácter integrador que nos permita analizar el medio natural y urbano en su globalidad. La heterogeneidad de las renovables, y su consustancial vinculación con el entorno, nos exigirán escrutar todo tipo de afecciones. De esta forma, las posibles huellas territoriales de las instalaciones de energía renovable serán abordadas analizando un amplio espectro de aspectos. Las determinaciones en torno a la incidencia sobre el paisaje, como interpretación cultural de la naturaleza, serán objeto del capítulo siguiente.

7.2 HUELLAS TERRITORIALES DE LAS RENOVABLES :

Una de las características fundamentales de los recursos renovables, y probablemente su principal rasgo distintivo frente al resto de fuentes energéticas, consiste en su perfecta simbiosis con el medio que las concibe. Su concepción requiere la acción conjunta de una serie de procesos naturales, tanto globales como locales, que son similares a los que han moldeado el territorio sobre el que los podemos localizar. Esta génesis compartida justifica la aparición de un fenómeno de identificación, entre los recursos energéticos renovables y el soporte territorial, que posteriormente alcanza al hombre y el modo en el que se relaciona con su entorno. Por todo ello podemos concluir que de un conocimiento detallado de los condicionantes del lugar podemos extraer las propias claves del aprovechamiento responsable o renovable de sus recursos. Hablamos de lógicas naturales que cubren un amplio rango cuya intensidad abarca desde la contundencia de la radiación solar en latitudes meridionales hasta la sutileza de la presencia de una fuente geotérmica en un enclave determinado. Cuando estas se integran en la concepción de los proyectos la incidencia territorial es muy escasa. Nos referimos a leyes naturales que con frecuencia siguen siendo imprevisibles para el hombre.

Sin embargo esta imprevisibilidad, probablemente el mayor hándicap con el que cuentan las energías renovables, no encaja con las exigentes condiciones que imponen las necesidades de abastecimiento energético de las actividades humanas. Aquí reside el elemento fundamental que preside la selección de emplazamientos y el riesgo, cuando estos no son los adecuados, de aparición de afecciones ambientales. Si bien en la mayoría de lugares concurren recursos renovables (sol, viento, etc.), estos habitualmente no lo hacen con la intensidad y frecuencia que requiere una explotación sostenible y responsable con el nivel tecnológico disponible.

La incidencia territorial que conlleva el aprovechamiento de la mayoría de las energías renovables se caracteriza, a diferencia de las fuentes convencionales, por su proyección en el entorno inmediato a su emplazamiento. De esta forma sus afecciones ambientales pueden ser calibradas al completo y, consecuentemente, mitigadas o eliminadas mediante un diseño o posterior ejecución adecuada. Esta garantía se desvanece en las fuentes convencionales, cuya incidencia alcanza tanto ecosistemas y enclaves lejanos (yacimientos, rutas de transporte, etc.) como cercanos (centros de producción), con la consecuente dificultad que conlleva la determinación de su impacto ambiental real.

7.2.1. Eólica.....

7.2.1.1. Modelos de ocupación territorial de la energía eólica.

La producción de electricidad a partir de aerogeneradores eólicos se materializa sobre el territorio en dos modelos; uno descentralizado en la que el usuario dispone de su instalación propia de forma independiente a la red eléctrica, y otro que agrupa a un conjunto de aerogeneradores (denominado Parque Eólico) que vierte conjuntamente su producción a la red:

- Los sistemas eólicos aislados, más complejos en lo referente a los componentes del aerogenerador, son más simples en lo que respecta a su ocupación del territorio. Al coincidir espacialmente el centro de producción con el centro de consumo, sus huellas se limitan a cimentación y torre, ya que no se precisan infraestructuras de evacuación eléctrica, viario de mantenimiento, edificaciones auxiliares etc. En función de las necesidades de almacenamiento del sistema diseñado también se podrían considerar los componentes de acumulación de la energía generada.

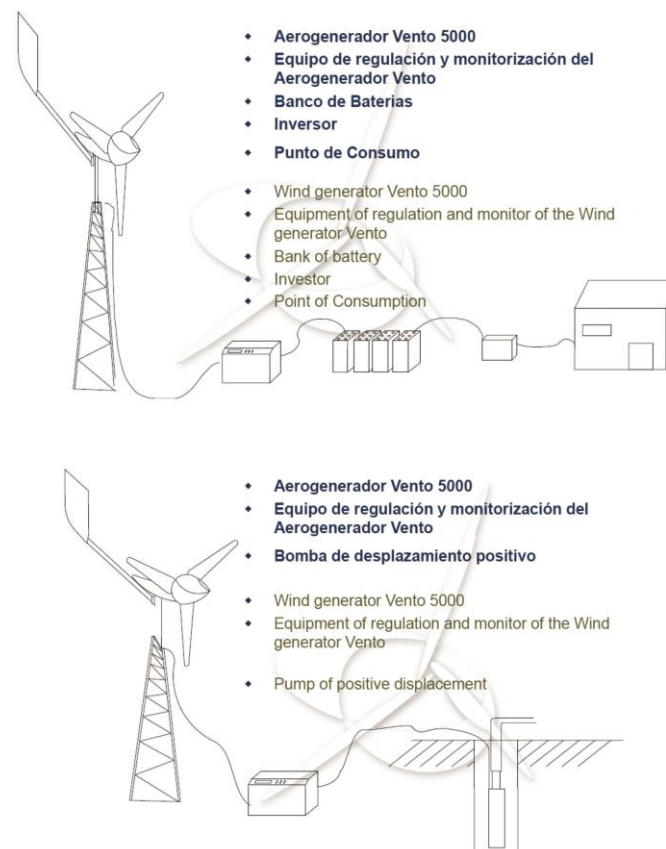


Figura 7.1.-

(Arriba) Esquema y componentes de un sistema minieólico eléctrico aislado.
(Abajo) Esquema y componentes de un sistema minieólico de bombeo de agua.

- En lo que respecta a los parques eólicos podemos distinguir, en función del medio en el que se localizan, entre los parques eólicos terrestres y los parques marinos (offshore).

7.2.1.1-1: Los **parques eólicos terrestres** constituyen un modelo de implantación territorial caracterizado por abarcar una gran campo visual que se materializa mediante una reducida ocupación de terreno. Sus principales elementos son:

- **Infraestructuras Viarias:** permiten el acceso de la maquinaria para la construcción, mantenimiento y desmontaje de los parques eólicos. Representan el mayor consumo de suelo de los parques y conectan los diversos elementos que lo componen mediante un trazado que se adapta a los emplazamientos. Su ocupación del territorio se limita generalmente a pistas de tierra, con el objeto minimizar la alteración del medio sobre el que se construyen. Como el resto de componentes de un parque eólico, se trata de un elemento subsidiario de los aerogeneradores. Por tanto una vez determinada la localización idónea de los aerogeneradores se diseña la red viaria.

El trazado del viario se diseña con la premisa de registrar los puntos en los que se localizan los aerogeneradores. Por ello el viario suele tomar las formas orgánicas dictadas por la topografía de cada emplazamiento, aunque adaptadas a las necesidades de circulación (radio de curvas, pendiente, etc.) de las grúas y camiones que lo transitan. La línea virtual que une las bases de los aerogeneradores, normalmente dispuesta de forma perpendicular a la dirección de los vientos dominantes, raramente coincide con el trazado del viario. Sólo en aquellos emplazamientos planos, como en mesetas o llanuras, ambas directrices se solapan minimizándose el consumo de suelo y la afección paisajística y territorial. El segundo caso más favorable, ver figura adjunta, lo encontramos en las crestas de las lomas. En estos emplazamientos la directriz del viario suele coincidir con la corona de la cresta, y aunque requiere escasa adecuación del terreno es muy visible. Finalmente los casos que requieren mayor consumo de suelo y adecuación del terreno, con el consecuente aumento del impacto ambiental y paisajístico, lo encontramos en emplazamientos ubicados en laderas o vertientes con pendiente muy pronunciada.



Parque eólico implantado en un llano.



Parque eólico implantado en la vertiente de una loma.



Parque eólico implantado en la cresta de una loma.



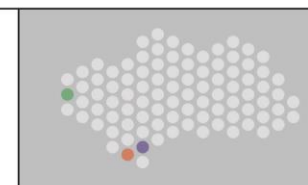
Parque eólico implantado en una ladera escarpada.

Figura 7.2.-

Implantación territorial de parques eólicos en:

- (Arriba izquierda) Tarifa - Cádiz.
- (Abajo izquierda) El Granado - Huelva.

- (Arriba derecha) Tarifa - Cádiz.
- (Abajo derecha) Los Barrios - Cádiz.



- Plataformas: situadas en la base de las torres de los aerogeneradores, son de mayor dimensión que las vías de acceso y suelen permitir el giro de la maquinaria empleada. De idéntico material al de las pistas de tierra, suelen adaptarse a la topografía haciendo coincidir su eje mayor a las curvas de nivel.
- Cimentación: fija la torre al terreno y se calcula en función del tamaño del aerogenerador así como de las propiedades del suelo (pendiente, características geotécnicas, nivel freático, etc.). Se suele optar por una cimentación superficial, zapatas aisladas de hormigón armado, a cuya armadura se une un tramo de tubo metálico que constituirá la base para la torre. Las dimensiones más habituales hacen referencia a un canto de entre uno y dos metros y a una superficie comprendida entre los cien y los doscientos cincuenta metros cuadrados. Una alternativa a la cimentación superficial, que debe valorarse en cada proyecto debido al potencial aumento de los costes que conlleva, es la cimentación pilotada (monopilotas, encepados, etc.).

- Aerogeneradores: son el elemento más reconocible de los parques eólicos. Su localización en los puntos más favorables del emplazamiento seleccionado determinará buena parte de su incidencia territorial y paisajística. Por un lado tenemos que la disposición y separación de estos ingenios nos esboza el trazado que seguirán las infraestructuras viarias y parte de las de evacuación eléctrica. Un parque tipo suele disponer los grupos de aerogeneradores alineados y separados entre ellos una distancia variable. La forma que adopta la alineación de los aerogeneradores dependerá en buena medida de las condiciones orográficas del emplazamiento y de la dirección de los vientos dominantes. Esto explica la formalización orgánica que suelen tomar los parques eólicos terrestres para adaptarse a su ubicación en crestas, lomas etc. Por su parte, y una vez definida la alineación, la separación⁶ entre las máquinas se determina básicamente en función de la orientación de la alineación adoptada frente a la dirección dominante

⁶ Unos aerogeneradores con palas de treinta metros de longitud, y cuando esta variable resulta favorable, alineación perpendicular al viento dominante, se pueden acercar a una distancia inferior a los doscientos metros. Mientras que para casos desfavorables, alineación paralela a la dirección del viento dominante, esta distancia se puede ver incrementada hasta los quinientos metros.

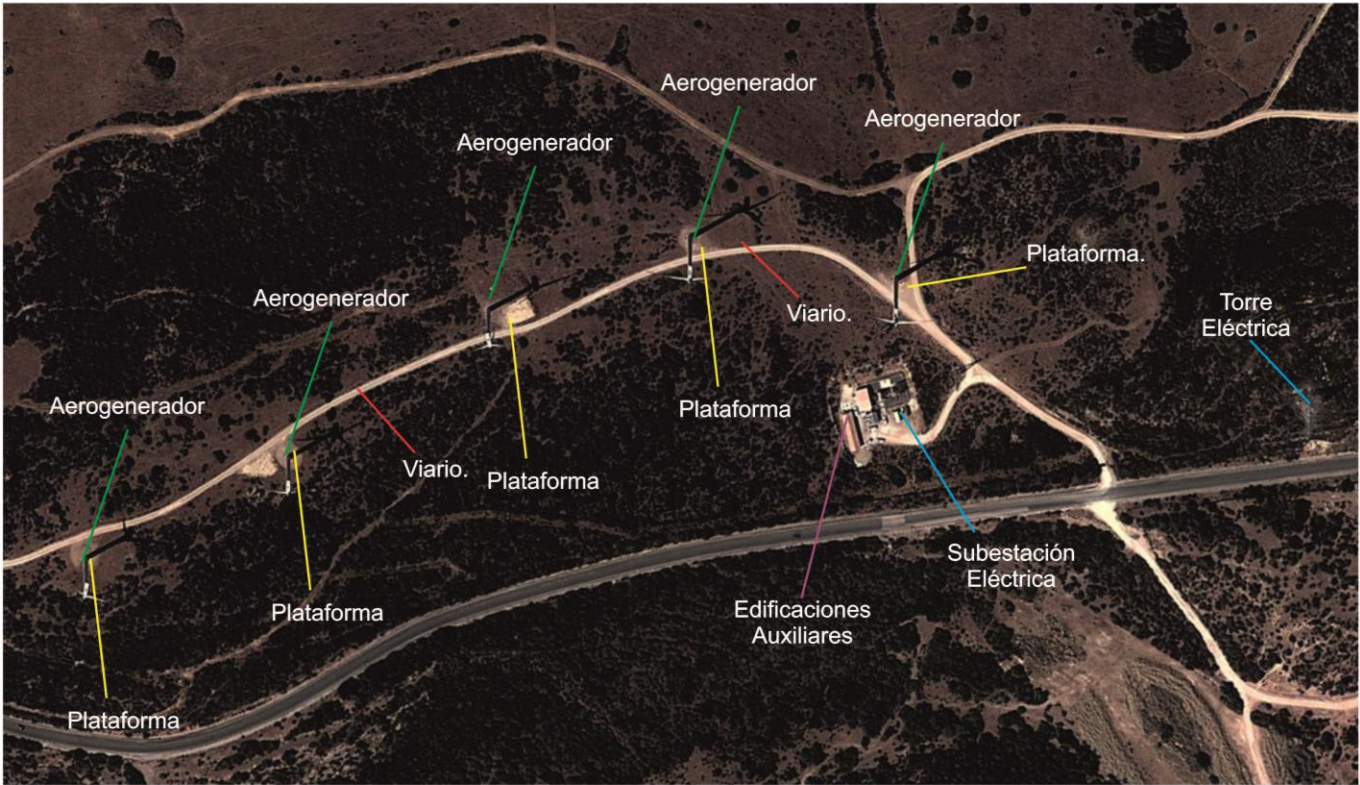
de los vientos, según el tamaño de los aerogeneradores y considerando el efecto de las estelas entre los mismos. En lo referente al impacto paisajístico, y aunque para su estudio remitimos al capítulo correspondiente, podemos avanzar que los elementos que lo protagonizan son la torre y el rotor. Su diseño y dimensiones, habitualmente torres de entre cuarenta y setenta metros de altura con palas de entre veinte y treinta y cinco metros de longitud, los convierte en los elementos más visibles de los parques.

- Infraestructuras Eléctricas: imprescindibles para verter hacia la red la energía eléctrica generada por los aerogeneradores que componen el parque. Habitualmente las infraestructuras eléctricas están compuestas por líneas de evacuación enterradas, subestaciones y líneas de evacuación aéreas. El trazado de las zanjas, por las que discurren las líneas enterradas en el entorno de los aerogeneradores, suele coincidir con la directriz del viario. Mediante este cableado subterráneo se transporta la electricidad generada hasta subestaciones de transformación. Desde aquí partirán las líneas aéreas que terminan vertiendo la producción del parque eólico en las

subestaciones de la red eléctrica. La incidencia territorial de las infraestructuras eléctricas se compone principalmente de la construcción de casetas para las subestaciones colectoras, de la excavación de zanjas por las que discurren las líneas de evacuación enterradas y de la cimentación de los postes de las líneas de evacuación aéreas (normalmente torres en celosía).

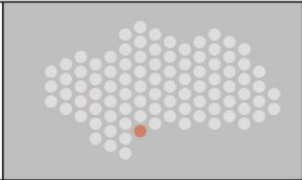
- Edificaciones Auxiliares: necesarias para el control del sistema y el mantenimiento de los componentes del parque. La ocupación del territorio se limita a la edificación de una caseta de control de unos doscientos metros cuadrados y en determinadas ocasiones a una nave de mantenimiento y almacén de mayor superficie que la anterior.

Las redes eléctricas construidas para la evacuación de la energía generada, el viario y los propios aerogeneradores, son los elementos con mayor impacto visual. Finalmente los movimientos de tierra para la construcción del viario, las excavaciones de las cimentaciones y zanjas de líneas enterradas y la edificación de construcciones auxiliares, son las infraestructuras que conllevan mayor impacto sobre el territorio.



COMPONENTES:	
1 - Infraestructuras	Viarias
2 - Plataformas	
3 - Aerogeneradores	
4 - Infraestructuras	eléctricas
5 - Edificaciones	Auxiliares
FICHA TÉCNICA:	
.Nombre: P. Eólico “Los Llanos”.	
.Ubicación: Casares (Málaga).	
.Año construcción: 2000.	
.Potencia Instalada: 19,8 MW.	
.Nº Aerogeneradores: 30 uds.	
.Modelo: G-47 (Gamesa).	
.Potencia Unitaria: 660 KW.	
.Diámetro: 47 metros.	
.Superficie Vías: 16.915 m2.	
.S. Plataformas:4.320 m2.	
.S. Edif. Auxiliares:1.634 m2.	
.Consumo suelo:1.155 m2/MW.	

Figura 7.3.-
Principales componentes de ocupación territorial del parque eólico “Los Llanos”, Casares - Málaga.





Parque eólico y tendidos de evacuación.



Subestación eléctrica.

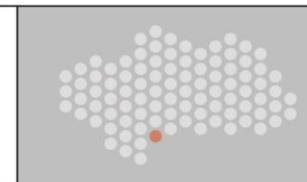


Edificaciones auxiliares y torres eléctricas.



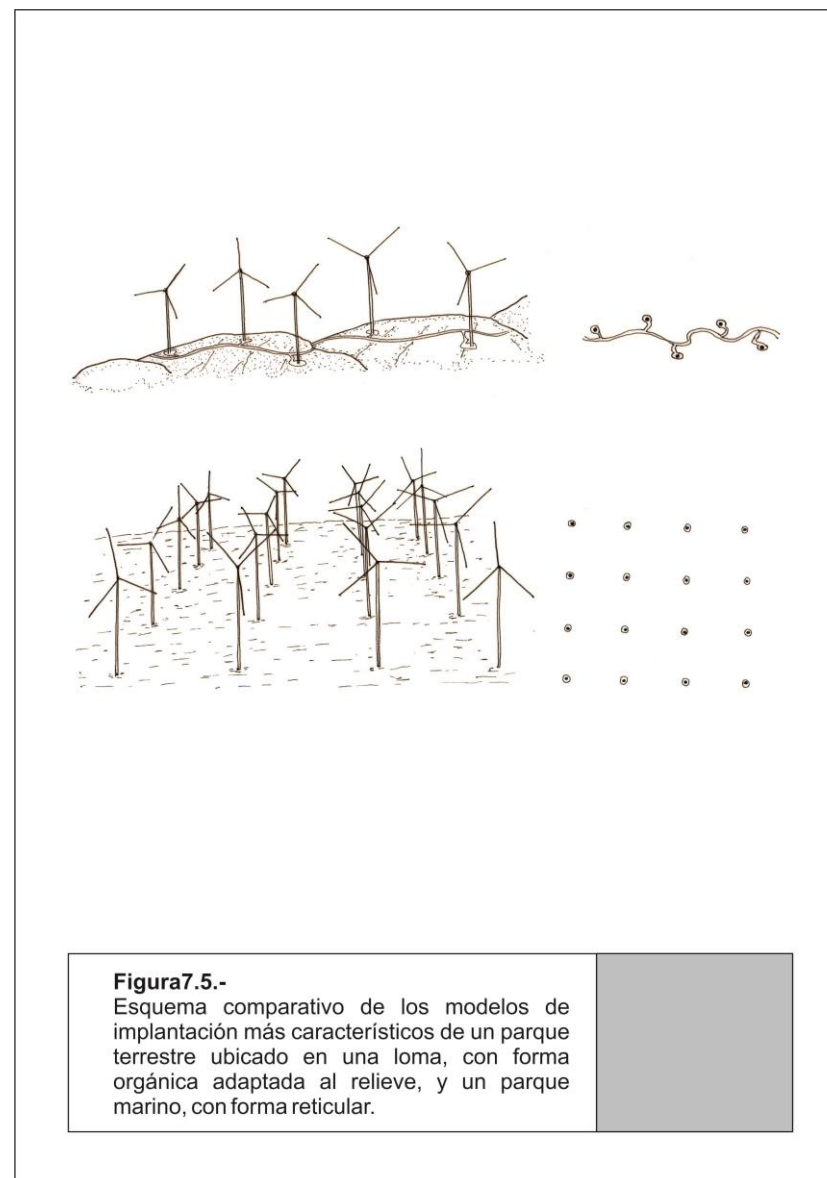
Aerogeneradores e infraestructuras viarias.

Figura 7.4.-
Elementos constitutivos del parque eólico “Los Llanos”, Casares - Málaga.



Por este motivo, podemos indicar que el principal impacto territorial asociado a la implantación de parques eólicos aparece en sus fases de construcción y de desmantelamiento. Hablamos fundamentalmente de la erosión provocada por el desbroce y el movimiento de tierras preciso para la construcción de carreteras y pistas, las excavaciones para el enterramiento del cableado de las líneas subterráneas, la construcción de edificaciones auxiliares y finalmente la ejecución de la cimentación de aerogeneradores y postes de líneas aéreas de evacuación. Es preciso señalar que en la actualidad se suelen otorgar los permisos administrativos pertinentes para la construcción de un parque eólico, como estudiaremos posteriormente, vinculados a la aportación de garantías ambientales para la ejecución de programas de restauración del medio tras su desmontaje.

7.2.1.1-2: Los **parques eólicos marinos** se han convertido en una de las grandes esperanzas de futuro del sector eólico, ante la escasez de emplazamientos terrestres susceptibles de ser aprovechados. Se caracterizan por trasladar al mar buena parte de las tensiones territoriales que conlleva la explotación del recurso eólico, constituyendo un modelo caracterizado por una serie de elementos entre los que destaca la ausencia de infraestructuras viarias:



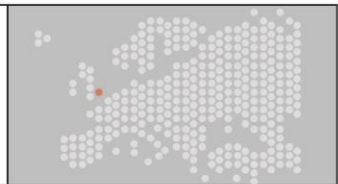
- **Cimentación:** fija la torre a la plataforma del fondo marino. Se suele optar por una cimentación con monopilotes, por gravedad (empleando pesos muertos) o del tipo trípode (con patas apoyadas sobre pilotes). Los monopilotes, de cuatro metros de sección aproximada, van empotrados en el terreno con una profundidad máxima de hincada de treinta metros.
- **Aerogeneradores:** son aún más reconocibles que en los parques eólicos terrestres. Para su localización seleccionamos emplazamientos con viento suficiente y con una profundidad adecuada al sistema de cimentación. La forma que adopta la alineación de los aerogeneradores, dada la estabilidad del viento marino y la ausencia de obstáculos (crestas, cerros, etc.) que generen turbulencias, suele ser mediante hileras. Esto explica la formalización en retícula que suelen tomar los parques eólicos marinos. El módulo de separación entre las máquinas se determina básicamente en función del tamaño de los aerogeneradores y considerando el efecto de las estelas entre los mismos. En lo referente al impacto paisajístico, al igual que en los terrestres, los elementos que lo protagonizan son la torre y el rotor.

Sus dimensiones habituales suelen ser de torres de entre cuarenta y cincuenta metros de altura con palas de hasta cuarenta metros de longitud.

- **Infraestructuras Eléctricas:** las infraestructuras eléctricas están compuestas por líneas de evacuación enterradas, líneas de evacuación aéreas y subestación transformadora. Las líneas colectoras van enterradas bajo el mar hasta sobrepasar la zona de servidumbre marítima terrestre de la costa. En este punto se convierten en líneas aéreas que llegan a la subestación transformadora y centro de control antes de verter a la red general. La incidencia territorial de estas infraestructuras se compone principalmente de la construcción de la subestación, la excavación submarina por la que discurren las líneas de evacuación enterradas y la ejecución de la cimentación en superficie de los postes de las líneas de evacuación aéreas (normalmente torres en celosía).
- **Edificaciones Auxiliares:** constituidas por el Centro de Seccionamiento, Protección y Medida necesario para el control del sistema.



Figura 7.6.-
Parque eólico marino de Thanet, Gran Bretaña.



A diferencia de los parques terrestres, el impacto territorial de los parques eólicos marinos aparece en todas sus fases (construcción, funcionamiento y desmantelamiento). Durante la construcción y desmontaje destacamos la erosión provocada por las obras en superficie y de la incidencia de las operaciones submarinas de pilotaje de torres y excavación para líneas de evacuación. Respecto a la fase de funcionamiento existe controversia sobre los efectos reales que puede generar en el medio marino la implantación de la cimentación y pilotes.

Entre las desventajas de los parques eólicos marinos, respecto a los que se encuentran en tierra firme, podemos citar el aumento de costes que supone una cimentación especial (principalmente con monopilotes o tripodes), su montaje (empleando embarcaciones y técnicas similares a las empleadas en la construcción de plataformas petrolíferas) y las labores de mantenimiento y control. Las adversas condiciones de humedad y corrosión han sido superadas mediante la aplicación de tratamientos específicos. Incluso, gracias a la disminución de turbulencias, podemos hablar de una mayor vida útil de los aerogeneradores frente a modelos similares ubicados en tierra. Las condiciones extremas de trabajo en el mar también conlleva retrasos en cuanto a la programación de las obras de construcción y reparaciones o mantenimiento.

Las principales ventajas e inconvenientes de las instalaciones “offshore”, frente a los parques eólicos terrestres, están estrechamente imbricadas con el medio que las acoge. Las características de los emplazamientos marinos, inmensas superficies libres de obstáculos con escasa rugosidad, y las propiedades de los vientos en estos enclaves, menor presencia de turbulencias debido a una mayor estabilidad térmica, son idóneas para el aprovechamiento energético del recurso eólico. Su implantación en alta mar, a varias millas de la costa, le otorga beneficios como una reducción en la altura de las torres, la potencia que de forma más continuada puede llegar a desarrollar y, según algunos autores, la eliminación del impacto paisajístico al ser el “ecosistema menos socializado que existe”⁷.

En el caso de España debido a la pequeña plataforma continental con que cuenta, las dificultades y los costes aumentan ya que actualmente se ha fijado en los 30 metros de profundidad el límite de rentabilidad de los parques “offshore”. Por su parte, en Andalucía existen varios proyectos de parques marinos en el Golfo de Cádiz.

⁷ BERTRÁN CASTELLVI, Jordi, Percepción / Transformación del Paisaje. Jornadas sobre recursos eólicos, Medina Sidonia – Cádiz, marzo 2002.

7.2.1.2. Incidencia territorial de la energía eólica.

Concluiremos recordando que el nivel de impacto asociado a la explotación de la energía eólica es muy inferior al derivado de la producción de energía a partir de fuentes no renovables. No obstante parece evidente como aparte de la huella que proyecta sobre el territorio, una instalación eólica genera otro tipo tensiones sobre su entorno. Vamos a distinguir entre impactos objetivos, con datos contrastables, e impactos derivados de la percepción del paisaje, en los que lo objetivo y lo subjetivo se interrelacionan.

Entre los impactos que hemos denominado objetivos, estudiaremos los que se producen durante las fases de vida útil de un proyecto eólico: construcción, funcionamiento y desmantelamiento. En la primera y última fase el elemento que más puede verse afectado es la vegetación, como consecuencia de los desbroces, movimientos de tierra, etc. mientras que en la fase de funcionamiento destaca el peligro de colisión de aves. Otros de los impactos son el ruido producido por los aerogeneradores y el esbatimento, o sombra proyectada por las palas de los aerogeneradores. Finalmente la contaminación lumínica, debido a las balizas de los aerogeneradores, también puede causar desagrado.

En lo que respecta al impacto sobre el paisaje, y dada la importancia y complejidad de la materia, hemos dedicado el capítulo siguiente completo con la finalidad de asimilar el asunto en su totalidad. Dentro de los principales inconvenientes de la explotación del **recurso eólico terrestre** estudiaremos: los accidentes en parques eólicos, el impacto paisajístico de los parques eólicos, la erosión, los ruidos que producen los aerogeneradores, el esbatimento de las palas al girar, la contaminación lumínica de las balizas, la aleatoriedad del viento y el peligro para la avifauna.

- Accidentes en Parques eólicos: Existe el peligro, aunque remoto, que las palas del aerogenerador salgan disparadas por accidente y causen algún tipo de daño. Un diario navarro⁸ recogía, a finales de 2003, la noticia del desplome de un aerogenerador de grandes dimensiones en un parque eólico. Este suceso, en el que primero se disparó la hélice y luego se desplomó la torre, es verdaderamente excepcional y no se tienen referencias sobre otro semejante aunque nos obliga a

⁸ Diario de Noticias, Comunidad Foral de Navarra, 16 de Diciembre de 2003, sobre un parque eólico sito en el municipio de Peralta y propiedad de la empresa Desarrollo de Energías Renovables de Navarra (DERNA).

no descartar este tipo de incidentes. Algo similar ocurre con la posibilidad de accidentes laborales, dadas las dimensiones y la altura de los elementos a instalar. También se ha registrado⁹ algún episodio de incendio en la maquinaria debido al exceso de viento y ante el fallo de los sistemas de regulación.

- Impacto paisajístico: Para la mejor comprensión de este tema remitimos al capítulo siguiente, sobre el paisaje eólico. Como tratamos de exponer en el punto correspondiente, lo que más sorprende del asunto es la ligereza de determinados posicionamientos que obvian la complejidad del mismo. Como breve resumen recordaremos que las principales incidencias paisajísticas son las relacionadas con la participación de los aerogeneradores en el paisaje, la roturación de pistas y carreteras en las inmediaciones de cumbres o crestas de sierras así como la presencia de las torres y líneas de alta tensión que permiten verter en la red eléctrica la producción de los parques eólicos.

⁹ Parque eólico en Ardrossan - North Ayrshire (Escocia), durante un temporal de viento, <http://www.telegraph.co.uk/>, 9 de diciembre de 2011.



Figura 7.7.-
Incendio registrado en la turbina
de un aerogenerador ante un
temporal de viento en Escocia.



- Erosión: Aquí trataremos el daño que sufre la cubierta vegetal del terreno ocupado por un parque eólico en sus fases de construcción y de desmantelamiento. La erosión provocada por el movimiento de tierras originado por la construcción de carreteras y pistas, el enterramiento del cableado, la cimentación de las torres de los aerogeneradores y de las líneas de evacuación de la electricidad producida, la ejecución de las plataformas de los aerogeneradores y la construcción de edificaciones auxiliares.

A continuación mostramos una serie de imágenes, ver figuras de 7.8 a 7.10, en la que registramos algunas de las fases más significativas del proceso de construcción de un parque eólico. Si bien se ha incluido desde el propio transporte de los elementos principales por carretera hasta el izado final de la maquinaria, podemos comprobar la incidencia que estas actuaciones proyectan sobre el soporte territorial. La más notable se deriva de las diversas intervenciones que se precisan para la adecuación y moldeado del terreno original a las exigencias técnicas que requiere la construcción, mantenimiento y posterior desmontaje de un parque eólico.

El impacto más significativo se produce cuando un proyecto puede alterar a especies vegetales de interés o protegidas. Este se minimiza al seleccionar enclaves que no afecten a ecosistemas sensibles que alberguen especies de interés, recogidas en documentos y normativas¹⁰, otras no protegidas pero de alto valor por su localización o estructura y aquellas que protegen al suelo o son vitales para la preservación de la fauna o el paisaje. Actualmente, para evitar daños innecesarios, se diseñan las pistas con el ancho justo para el paso de un camión de grandes dimensiones o una grúa de mantenimiento del parque y se realizan estudios de edafología (estudio del suelo), trazado y perfiles transversales de los caminos, impacto a la vegetación de vaguadas y cursos de agua, etc.

Cuando termina la vida útil de la instalación, entre 20 y 35 años, existe el compromiso de ejecutar programas de restauración del suelo iniciar mediante la siembra de especies autóctonas y de crecimiento rápido.

¹⁰ Por ejemplo, Catálogos, Directiva Hábitats de la CE, Inventarios Territoriales, Libros Rojos Planes Forestales, etc. establecen medidas de protección que deben considerarse al planificar la implantación de un parque eólico.



Transporte de elementos por carretera.



Llegada de la góndola.



Movimientos de tierra y adecuación del terreno.



Ejecución de plataformas y viario.



Cimentación y plataforma.



Detalle cimentación.

Figura 7.8.-
Diversas fases de la construcción de un parque eólico en Medina Sidonia - Cádiz.





Ejecución de instalaciones soterradas.



Acopio de materiales y elementos del parque.



Preparación del izado de la torre.



Acopio de las palas del aerogenerador.



Vista interior de la torre del aerogenerador.



Colocación de la base de la torre troncocónica.

Figura 7.9.-
Diversas fases de la construcción de un parque eólico en Medina Sidonia - Cádiz.





Montaje de tramos superiores de la torre.



Torre montada a la espera de la maquinaria.



Acopio de la maquinaria.



Izado de la góndola.

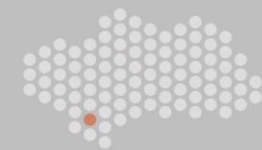


Izado de las palas.



Parque eólico en funcionamiento.

Figura 7.10.-
Diversas fases de la construcción de un parque eólico en Medina Sidonia - Cádiz.



- Ruidos: El sonido emitido por los aerogeneradores es uno de los aspectos que tradicionalmente ha levantado mayor controversia entre las poblaciones del entorno. Hablamos de ruido cuando el sonido es percibido como desagradable. Las especificaciones técnicas de los fabricantes indican que los aerogeneradores más implantados en la actualidad emiten unos 100 decibelios aproximadamente, considerando que todo el sonido se genera en un único punto (en la práctica esto no funciona así, ya que el sonido se origina en toda la superficie de la máquina y su rotor por lo que este valor teórico máximo es sólo una referencia con poco valor a efectos prácticos). Con estos parámetros su nivel sonoro a unos cien metros es inferior al de un pequeño electrodoméstico y a unos trescientos o cuatrocientos metros suele quedar enmascarado por el ruido de fondo (pájaros, coches, personas, etc.).

Para abordar este asunto debemos considerar tanto la producción de emisión sonora como su posterior propagación, ya que algunas de estas emisiones, debido a su baja frecuencia, son inaudibles para el hombre.

La naturaleza del ruido¹¹ producido durante el funcionamiento de las máquinas se debe fundamentalmente a dos factores, al movimiento mecánico y al roce del viento con las palas:

.- Ruido Mecánico: Nace a partir del movimiento y roce entre las piezas que conforman la maquinaria del aerogenerador, básicamente del generador y la caja multiplicadora. El generador hace el mismo ruido que cualquier otra instalación eléctrica, por lo que los estudios se centran en el comportamiento del multiplicador, ejes y transmisor. Los avances tecnológicos permiten que el sonido de estos componentes sólo dependa de la calidad de los materiales y su acabado, por lo que está dejando de ser un problema en los nuevos aerogeneradores. Aunque no se suele precisar, la carcasa puede atenuar los ruidos mediante el empleo de materiales aislantes.

¹¹ Consultar los estudios y cálculos de sonido expuestos por la patronal de la industria eólica danesa en [http:// www.windpower.org/](http://www.windpower.org/). En esta web ponen a disposición de los usuarios herramientas de cálculo para determinar el nivel de las emisiones de casos concretos.

.- Ruido Aerodinámico: El impacto del viento con las palas, aprovechado para hacer girar al rotor, produce un ruido más complejo que el mecánico. Nuestra percepción sonora lo asemeja a un silbido aunque tiene otras componentes que dependen de la forma de las palas, su número, etc. Su nivel sonoro aumenta con la velocidad, por lo que el diseño de las puntas de las palas resulta vital. La tendencia a reducir la velocidad de giro de los rotores, ha minimizado este problema en los aerogeneradores actuales.

Una vez emitido tenemos que revisar cómo se propaga el sonido, básicamente en función de la distancia recorrida, las características físicas del emplazamiento y la presencia de vientos dominantes:

.-La energía de las ondas sonoras, y por tanto la intensidad del sonido, caen con el cuadrado de la distancia a la fuente sonora.

.-Las características físicas del emplazamiento introducen factores como la absorción y reflexión del sonido (por superficies blandas y duras) que influyen en la propagación del mismo.

.-La presencia de vientos dominantes aporta información sobre la orientación habitual que sigue la dispersión del ruido. Su estudio y el de los posibles obstáculos con que se topa, como accidentes geográficos, construcciones o la rugosidad del relieve (características geológicas o de la propia cubierta vegetal), resultan de gran ayuda para establecer pautas.

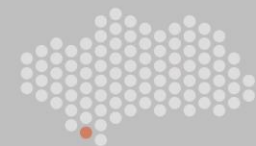
.-Finalmente se procede al cálculo de la emisión conjunta del parque eólico, considerando que los ruidos procedentes de distintas fuentes no se suman de forma global¹². Las particularidades del emplazamiento y la disposición concreta de los aerogeneradores hacen que resulten más creíbles los cálculos de emisión teórica de sonido de un parque eólico que las propias mediciones (contaminadas por la presencia del ruido de fondo). Las autoridades suelen exigir la realización de este tipo de estudios, especialmente para proyectos ubicados junto a zonas pobladas.

¹² Dos aerogeneradores ubicados a una misma distancia de un punto doblarán la energía sonora generada pero apenas incrementarán el nivel sonoro del mayor que llega a ese punto.

- **Esbatimento:** Se denomina esbatimento al efecto generado por la sombra en movimiento que proyectan las palas de los aerogeneradores al ser expuestas a la luz solar. Su continuo movimiento causa un efecto que se denomina, de forma muy gráfica, “efecto discoteca”. La sombra afecta al entorno inmediato del ingenio y puede ser muy molesta, sobre todo cuando la órbita del sol es más baja y las sombras proyectadas más largas (como en invierno). Estamos ante un aspecto negativo de los parques eólicos, inevitable por el momento, que sólo puede ser atenuado a partir de una selección adecuada de emplazamientos o mediante medidas paliativas (como la plantación de arbolado o el levantamiento de otros elementos que proporcionen sombra). Incluso algunos proyectos de parques eólicos de futuro que se han planteado junto a infraestructuras lineales, como autopistas, pueden ser rechazados por este efecto que podría perjudicar a los propios conductores. No obstante el esbatimento ha quedado igualmente mitigado, tal vez en menor medida que ocurre con otros aspectos negativos inherentes a la explotación del recurso eólico, con la aparición de aerogeneradores de mayor tamaño en los que la velocidad de giro de los rotores ha disminuido.



Figura 7.11.-
Efecto del Sol, sombras
proyectadas, en un parque eólico
de Tarifa (Cádiz).



- Contaminación lumínica: Debido a la notable altura que alcanzan buena parte de los modelos de aerogeneradores se precisa, por motivos de seguridad aérea, el balizamiento lumínico de los mismos. Y es que los aerogeneradores ubicados dentro de zonas afectadas por Servidumbres Aeronáuticas y, en cualquier caso, todos los que superan los cien metros de altura precisan de autorización por parte de la Agencia Española de Seguridad Aérea (AESA). Esta iluminación, cuando es de tipo intermitente y elevada intensidad lumínica, puede resultar especialmente molesta por las noches en zonas próximas a núcleos urbanos o carreteras. Esta afección alcanza niveles especialmente perturbadores en aquellas áreas en las que se concentran numerosos parques eólicos¹³. Un estudio más detallado de la casuística detectada, ante la evidencia de la molestia, ha llevado a AESA a establecer una serie de directrices¹⁴ relacionadas con el señalamiento e iluminación de parques eólicos.

¹³ Un caso paradigmático lo encontramos en el municipio de Medina Sidonia (Cádiz) en el que, tras movilizaciones y la reiterada queja de la administración local, se ha conseguido que las empresas eólicas sustituyan las balizas lumínicas por otras de menor impacto.

¹⁴ *Guía de señalamiento e iluminación de turbinas y parques eólicos*. Agencia Estatal de Seguridad Aérea, Madrid, 2010.

Desde un enfoque exclusivamente territorial, estas directrices aportan herramientas para mitigar el impacto lumínico de las balizas. Entre otras disposiciones destacamos:

- .- Régimen de intermitencia, cromaticidad e intensidad: Se regulan básicamente en función de la altura del aerogenerador y la ubicación del mismo, dentro o fuera de las zonas sujetas a Servidumbres Aeronáuticas.
- .- Parques eólicos: Se permite la omisión de la iluminación de algunos aerogeneradores que forman parte de una agrupación en función de algunos criterios. Esto permite, por ejemplo iluminando sólo los del perímetro exterior, reducir el impacto sin menoscabo de la seguridad aérea.
- .- Excepciones: Mediante la presentación de un Estudio Aeronáutico, que justifique que no se altera la seguridad aérea, un promotor eólico puede obtener excepciones en la aplicación de la norma de señalamiento e iluminación. La AESA se reserva la aprobación del referido estudio así como su implementación mediante medidas adicionales.

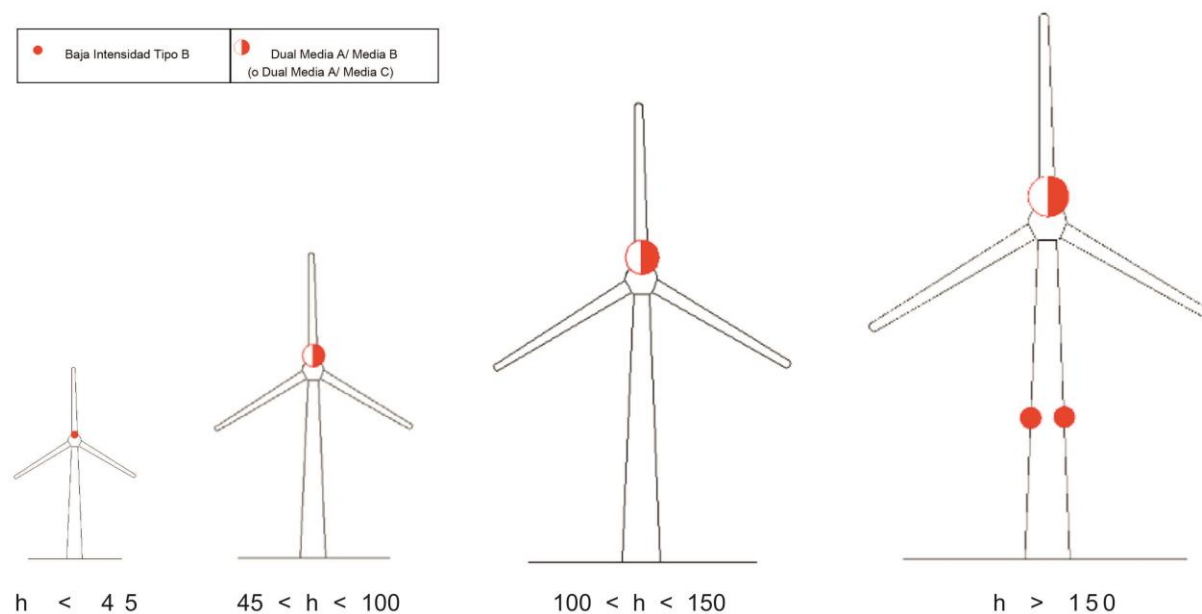


Figura 7.12.-

Disposición y tipo de luminaria de señalamiento, en función de la altura, para aerogeneradores afectados por servidumbre aeronáutica.

- Aleatoriedad del viento¹⁵: El comportamiento imprevisible es una de las principales características del viento, ya que con nuestros conocimientos actuales nunca se sabe con la antelación suficiente la intensidad con la que va a soplar. Esto supone un importante hándicap para el desarrollo de la potencia eólica instalada ya que, por motivos de seguridad en el suministro eléctrico, existen limitaciones a la misma. Puede ocurrir que en un momento de máxima demanda de electricidad, los parques eólicos apenas produzcan por escasez de viento por lo que se recurre a otras fuentes energéticas más regulares en su producción para estabilizar el sistema. De ahí que los “proyectos de predicción eólica” acaparen buena parte de los esfuerzos destinados a la investigación por el sector eólico. Responsables de Red Eléctrica Española aseguran que un día crítico de exceso de frío o calor¹⁶, propicios para registrar una elevada demanda, sólo se produce un 25% de la potencia eólica instalada. Esto genera huecos de tensión desestabilizadores del sistema eléctrico completo.

¹⁵ Ver capítulo 6 del presente estudio.

¹⁶ En días de temperaturas extremas las condiciones del viento son muy desfavorables.

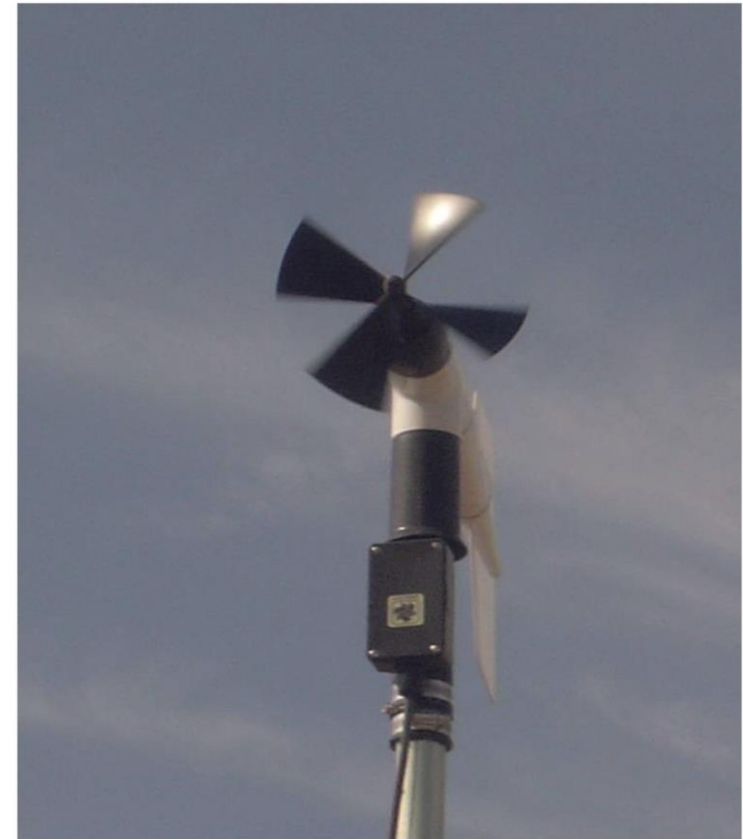


Figura 7.13.-
Instrumento de medición del viento.

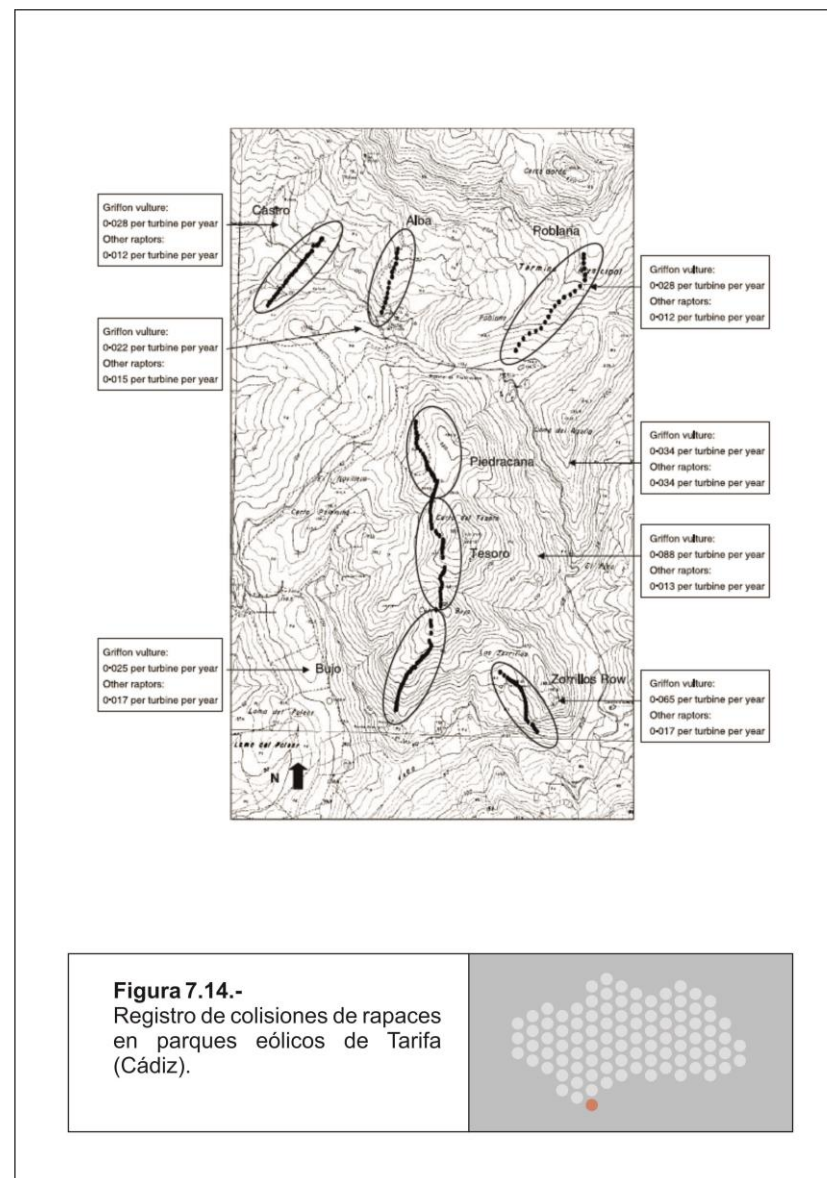
- Peligro para la avifauna: Una de las afecciones potencialmente más negativa de las instalaciones eólicas, se relaciona con su incidencia en la avifauna. Principalmente por el peligro de colisión de aves contra las palas de aerogeneradores en movimiento, colisión o electrocución con las líneas eléctricas de evacuación, pérdida de hábitats o molestias durante la reproducción. La existencia de numerosos informes, aparentemente contradictorios, sobre la mortalidad real de aves en parques eólicos abona el campo a la controversia. Algunos concluyen que la siniestralidad de aves por colisión contra aerogeneradores es inferior a la ocasionada por otras causas no naturales (electrocución o colisión contra tendidos eléctricos, atropellos en carreteras, caza legal, envenenamientos, etc.). Sin embargo, buena parte de los posicionamientos más críticos argumentan que la metodología y extrapolación de datos seguida en alguno de estos estudios, son irregulares. Lo que si podemos concluir de casi todos, es que en la mortandad de aves influyen numerosos factores tales como: condiciones climatológicas del momento, presencia de niebla, emplazamiento de los aerogeneradores, velocidad de giro de las palas, velocidad del viento, especie de ave, etc.

Igualmente confirman¹⁷ que en aquellos parques eólicos que presentan a priori, debido a su diseño y emplazamiento, índices de riesgo por colisión elevados, la tasa de mortalidad de aves es superior. La probabilidad de accidentes por colisión contra aerogeneradores con altas velocidades de rotación y pequeños diámetros de rotor, supera notablemente a la registrada en aerogeneradores de mayor diámetro y menor velocidad de giro. Igualmente se ha comprobado, que tras la instalación del parque eólico, la mayoría de las aves modifican su trayectoria de vuelo ante la cercanía de un aerogenerador. La consideración de estos elementos en el proceso diseño de las instalaciones (tipo de aerogeneradores, ubicación en el parque, etc.), selección de emplazamientos y establecimiento de medidas de seguridad (balizas, etc.) reduce la probabilidad de accidentes aumentando la compatibilidad ambiental del proyecto.

¹⁷ Podemos citar entre otros: “LEKUONA SÁNCHEZ, Jesús M., *Uso del espacio por la avifauna y control de la mortalidad de aves y murciélagos en los parques eólicos de Navarra durante un ciclo anual*, Navarra, Dirección General de Medio Ambiente de Navarra, 2001”, “Janss y Ferrer, 1998”, “Informe Grainger Hunt, 2002”, “Conclusiones sobre aves migratorias de la Canadian Wind Energy Association Conference, 1997”, “Impact assessment of an off-shore wind park on sea ducks, Neri Technical report, nº 277, 1998”.

Algunos estudios realizados por el CSIC sobre la afección de los parques eólicos de Tarifa a la avifauna, como los centrados en el buitre leonado¹⁸, aportan algunas claves de enorme valor territorial. Han conseguido demostrar, mediante la monitorización y seguimiento de ejemplares y la modelización del emplazamiento en túnel de viento, que los buitres se desplazan por el territorio mediante rutas concretas. Estas vienen determinadas por factores como los vientos dominantes, la orografía y rugosidad del terreno así como por la propia fisionomía del vuelo de las especies. La conjunción de factores da como resultado una serie de rutas que permiten el desplazamiento de los ejemplares, siguiendo la lógica natural, con el menor gasto energético posible. Como mantiene Miguel Ferrer, responsable del estudio, *“el porcentaje de mortalidad no depende tanto de que los parques eólicos estén instalados en zonas de alto tránsito de aves, sino en que las turbinas coincidan o no con las rutas de vuelo de las diferentes especies”*.

¹⁸ “DE LUCAS, Manuela., FERRER, Miguel., JANSS, Guyonne .E., *Using wind tunnels to predict bird mortality in wind farms: the case os griffon vultures*, PLoS ONE. DOI: 10.1371/JOURNAL.PONE0048092, 2012”.



Entre las medidas que pueden reducir la siniestralidad en parques eólicos destacamos: aumento de la distancia de aerogeneradores, reubicación o desmantelamiento de aerogeneradores conflictivos, establecimiento de corredores para las aves, parada de la actividad en épocas de migraciones masivas, etc. Las actuaciones que reducirían los accidentes ante la presencia de líneas de alta tensión son: su colocación en paralelo con los aerogeneradores (propiciando corredores para las aves), el empleo de elementos (bolas, espirales, etc.) que destaquen las líneas, el entierro de las líneas de alta tensión y la legislación de protección de líneas aéreas que obliga a colocar salva pájaros.

Concluiremos señalando que para contribuir a la conservación de la avifauna es preciso realizar estudios rigurosos, de un año de duración como mínimo, con las especies sedentarias, migratorias o en paso, que transitan por la zona donde está proyectado el parque eólico. Las conclusiones de los referidos estudios pueden desaconsejar la implantación de instalaciones eólicas en determinadas áreas por su alto valor para las aves, por coincidir con rutas migratorias o de

desplazamiento de especies, lugares de interés comunitarios, por ser zonas de dispersión de especies protegidas, etc. Finalmente y una vez construido el parque sería muy conveniente la realización de estudios de vigilancia sobre los efectos (colisiones, cambios de hábitos -especialmente los nupciales-, abandono del hábitat, etc.) de los aerogeneradores en la población.

En la incidencia de los **parques eólicos marinos**, durante su fase de funcionamiento, distinguiremos entre las afecciones al medio marino y las derivadas a tierra firme. En lo que respecta al impacto sobre el medio marino:

- Comenzaremos abordando uno de los aspectos que levantan mayor controversia y suele aparecer ligado a las instalaciones eólicas: el efecto de los rotores sobre la avifauna. La sensibilidad de la materia exige la realización de estudios de vida de aves marinas, con una duración de varios años, que deberán ser especialmente rigurosos en áreas de especial significación para especies migratorias (como puede ser el Estrecho de Gibraltar). Los estudios contemplarán conteos de aves y vigilancia aérea para determinar la distribución de áreas de reposo, alimentación y flujos de

desplazamientos. Estos controles permitirán la obtención de mapas de población y pautas de comportamiento de las especies afectadas, tanto residentes como migratorias. Una vez puesto en marcha el parque “offshore”, los estudios de avifauna serán contrastados mediante programas monitorizados que incluyan la parada de las turbinas a fin de determinar posibles incidencias sobre las poblaciones implicadas. Las conclusiones de los estudios realizados para diversos parques eólicos marinos en funcionamiento, como el realizado por el Instituto Nacional de Investigación Medioambiental de Kalø para el parque de Tunø Knob (Dinamarca), minimizan los efectos sobre la avifauna. No obstante, sus resultados no resultan extrapolables a otros parques ante la complejidad de factores a considerar (tecnología empleada, especies avícolas, emplazamientos, etc.). Concluiremos indicando que para cada caso concreto, conviene la realización de varios estudios independientes sobre la materia.

- Igualmente deben considerarse las alteraciones electromagnéticas generadas por el propio cableado de evacuación, enterrado bajo el lecho marino, y las

posibles vibraciones transmitidas por la cimentación de los aerogeneradores al fondo marino. Debido a la extraordinaria variabilidad natural de los ecosistemas subacuáticos, resulta complejo calibrar el nivel de impacto real de estas infraestructuras sobre los recursos naturales y la fauna marina. Los campos electromagnéticos generados por un parque eólico marino pueden tener incidencias sobre la flora y fauna marina. Estas pueden resultar especialmente sensibles si llegan a alterar la cadena trófica por lo que sería conveniente profundizar en esta línea de investigación.

- También contemplaremos los impactos negativos sobre especies particularmente sensibles, con rutas migratorias estables, como los atunes rojos o los mamíferos marinos y cetáceos. En este punto deben considerarse la acción de los campos electromagnéticos, anteriormente expuestos, el peligro de colisión con la propia cimentación de los aerogeneradores o la acción combinada de ambos. Por el contrario la presencia de las estructuras sumergidas pueden suponer igualmente un excelente refugio para la regeneración biológica de áreas esquilmadas por el exceso de pesca.

- La navegación es un sector susceptible de verse alterados por la implantación de un parque “offshore”. Si bien su afección sobre las grandes rutas comerciales no debe ser especialmente significativa, dadas las características con las que se desarrolla, no podemos subestimar el impacto nocturno producido por los sistemas de balizamiento de los aerogeneradores en la señalización marítima y aérea. A pesar de que el peligro de colisión de grandes naves y aeronaves no se puede descartar, en especial con condiciones meteorológicas adversas o de poca visibilidad, si se puede conjurar con los nuevos sistemas de posicionamiento vía satélite. Este peligro puede adquirir una escala mayor en otro segmento de embarcaciones menos dotadas tecnológicamente, como las dedicadas a la pesca de bajura, pesca deportiva o embarcaciones recreativas a motor y vela. Sin embargo, entre los aspectos positivos vinculados a la instalación de un parque eólico marino destaca el incremento en la actividad portuaria de las instalaciones del entorno. La puesta en marcha de un parque “offshore” supone el establecimiento estable, no sujeto a estacionalidad alguna, de una flota de embarcaciones dedicada a las labores de mantenimiento y control de la instalación eólica.

Finalmente debemos destacar como la franja terrestre del litoral juega un papel imprescindible en las tareas de apoyo logístico, en especial las de control y mantenimiento del parque y para la evacuación de la energía producida en el mar. La ocupación del territorio incluye el Centro de Seccionamiento, Protección y Medida y la subestación de transformación. En lo que respecta a las infraestructuras de evacuación eléctrica, desde la zona de servidumbre marítima terrestre de la costa las líneas colectoras enterradas se convierten en líneas aéreas. A parte del peligro de electrocución que representan para determinadas aves, para lo que se emplean medidas preventivas salvapájaros como bolas y espirales, los tendidos eléctricos generan una franja de afección a lo largo de su trazado. La cimentación de las torres en celosía que sustentan los tendidos eléctricos se ejecuta normalmente mediante hormigonado de zapatas superficiales.

7.2.2. Solar.....

7.2.2.1. Modelos de ocupación territorial de la energía solar.

El aprovechamiento de la energía solar tiene tantas formas de proyección sobre el territorio como aplicaciones prácticas. En el presente capítulo analizaremos aquellas más frecuentes en Andalucía, nuestro marco territorial de referencia. Distinguiremos entre los sistemas solares descentralizados, aplicaciones fotovoltaicas y térmicas de baja temperatura autónomas, y otros que conjuntamente, denominados Centrales Fotovoltaicas o Huertos Solares, vierten su producción a la red:

- Los sistemas solares aislados, para generar electricidad y calentar agua, han experimentado un desarrollo divergente. Si bien las aplicaciones solares térmicas de baja temperatura han contado con un importante respaldo normativo, los sistemas solares fotovoltaicos destinados al autoconsumo han tenido que sortear una legislación desfavorable. Esta diferencia a efectos regulatorios, es uno de los factores fundamentales que explica el desigual despliegue experimentado por estas tecnologías.



Figura 7.15.-
Sistemas fotovoltaicos aislados.

Este desarrollo heterogéneo, para el que se solicita una revisión en el marco regulatorio del autoconsumo¹⁹, tiene su proyección sobre el territorio. Por una parte la mayoría de los **sistemas fotovoltaicos aislados** responden a aplicaciones domésticas o de escasa potencia. Esto supone, en la mayoría de los casos, la necesidad de una reducida superficie de panel expuesto al Sol. Por ello, estos sistemas se pueden integrar con facilidad en las construcciones o infraestructuras a las que abastecen. Lo más habitual es emplazarlos ocupando las cubiertas de las propias edificaciones o en lo alto de un mástil de reducidas dimensiones, la precisa para evitar sombras proyectadas, para facilitar su mantenimiento. El inconveniente de una eventual falta de suministro, ante la persistencia durante varios días de nubosidad, se resuelve mediante el empleo de sistemas renovables mixtos (eólica, biomasa, hidráulica, etc.) o de un grupo electrógeno auxiliar. Podemos concluir que su incidencia territorial es muy escasa y no será objeto de un análisis más pormenorizado en el presente estudio.

Por su parte entre las soluciones **solares térmicas de baja temperatura** encontramos aplicaciones domésticas, pioneras en el sector, así como sistemas más complejos en edificios de uso colectivo, industrias, etc. Su contrastada viabilidad económica y los requerimientos de aportación mínima, desde la entrada en vigor del CTE, han permitido un despliegue sostenido en las últimas décadas. La obligatoriedad de cubrir estrictamente un porcentaje máximo de la demanda de agua caliente, en función del área geográfica (ver punto 6.2 del presente estudio), evita el sobredimensionamiento de instalaciones que implicaría la necesidad de cubrir la totalidad de la demanda. Por consiguiente, y de forma análoga a como acontece con las aplicaciones fotovoltaicas aisladas, la superficie de captación precisa para alimentar estos sistemas es asumible e integrable en los propios elementos constructivos de una edificación. Concluiremos, igualmente, que la incidencia territorial de los sistemas solares térmicos de baja temperatura es muy escasa al quedar acoplados como una instalación más en el conjunto de las edificaciones.

¹⁹ Como plantea desde su constitución la “Plataforma para el Impulso de la Generación Distribuida y el Autoconsumo Energético” (<http://www.consumetupropiaenergia.org/>).



Figura 7.16.-

- (Izquierda) Instalaciones solares térmicas de baja temperatura domésticas, Tarifa (Cádiz).
- (Derecha) Instalación solar térmica de baja temperatura de un edificio colectivo, Almería.



- Entre los sistemas solares que vierten su producción eléctrica a la red distinguiremos, en función de la tecnología empleada, entre los huertos solares fotovoltaicos y las plantas termosolares.

7.2.2.1-1: Los **huertos solares fotovoltaicos** se han convertido en una de las instalaciones renovables cuyo desarrollo ha tenido mayor auge en el lustro pasado²⁰. El presente análisis goza de un enfoque eminentemente territorial, por lo que cuestiones como la superficie de suelo ocupado o el modelo de implantación son esenciales. Un huerto solar consiste en una agrupación de módulos fotovoltaicos que vierten conjuntamente su producción a la red. Una primera clasificación, en función del nos permitiría distinguir entre:

- Fotovoltaica sin seguimiento: en la que los módulos permanecen fijos.
- Fotovoltaica con seguimiento: en la que los módulos siguen el movimiento del sol (pueden ser de 1 o 2 ejes).

²⁰ Según datos de la Agencia Andaluza de la Energía entre 2007-08 la potencia fotovoltaica instalada en Andalucía pasó de 57,90 a 656,53 MW.



Figura 7.17.-

• (Arriba) Fotovoltaica fija.
• (Abajo) Fotovoltaica con seguimiento a 2 ejes.



Los huertos solares conforman modelos de implantación territorial diversos. En función de su ubicación podemos distinguir entre:

- Centrales fotovoltaicas urbanas: Localizadas en ámbitos urbanos (parques, fachadas y cubiertas de edificios, pérgolas, áreas industriales, etc.). En estos emplazamientos la capacidad de integración sobre las estructuras preexistentes, como sucede con otras intervenciones en espacios urbanos, suele primar sobre el resto de condicionantes estrictamente productivos. Cabe destacar el esfuerzo sostenido por la industria fotovoltaica para la integración de los paneles en fachadas y cubiertas (tejas, cerramientos acristalados, etc.). Encontramos tantas propuestas y soluciones de diseño como escenarios y requerimientos previos. Esto ha permitido aumentar de manera notable el espacio susceptible de aprovechamiento, si bien con una reducción del rendimiento medio. Las soluciones también incluyen, mediante la construcción de pérgolas, la ocupación de espacios a nivel de suelo en el que se compatibilizan otros usos (aparcamiento, espacios verdes, etc.).

- Centrales fotovoltaicas no urbanas: Localizadas en ámbitos no urbanos (mundo rural, espacios naturales, etc.). Ante la ausencia de estructuras preexistentes el elemento fundamental en su diseño es la optimización de su producción. De esta forma factores como la separación entre paneles, la altura de sus sistemas de apoyo, su inclinación y orientación, etc., no tienen condicionantes ajenos. Las centrales fotovoltaicas rurales se suelen caracterizar por abarcar un reducido campo visual, debido a la escasa altura de sus componentes, que se materializa mediante una importante ocupación de terreno. No obstante en determinados emplazamientos, por lo general laderas con pendiente elevada, el campo visual puede aumentar de manera notable.

Nos parece pertinente realizar esta diferenciación porque la solar fotovoltaica es, del conjunto de renovables, la que ha demostrado mayor capacidad de acoplamiento a la realidad urbana contemporánea. En la figura siguiente podemos contrastar las diferencias existentes entre los modelos de implantación territorial de centrales fotovoltaicas urbanas y rurales. Posteriormente desarrollaremos los principales componentes de las centrales fotovoltaicas.



Figura 7.18.-

- (Izquierda arriba) Central fotovoltaica en un espacio libre de un entorno urbano.
- (Izquierda derecha) Central fotovoltaica sin seguimiento en un ámbito rural.
- (Derecha) Central fotovoltaica con seguimiento en un ámbito no urbano.



Desde la óptica de la ocupación del territorio, sus principales elementos son:

- Viario: Cobra especial importancia en ámbitos rurales ya que permiten el acceso de la maquinaria para la construcción y posterior mantenimiento de la central fotovoltaica. En entornos urbanos, con instalaciones integradas en edificios o infraestructuras no se suelen precisar. Puede ejecutarse mediante asfalto, hormigón compactado, grava o pistas de tierra, en función de las características del medio sobre el que se construyen.
- Campo solar: Es el espacio ocupado por los módulos fotovoltaicos y representa el mayor consumo de suelo de la central. Generalmente, la adecuación del terreno requiere tareas de desbroce y movimientos de tierra para la explanación completa de la plataforma del campo solar, por lo que también conlleva la mayor afección al medio. Esta afección paisajística y territorial se minimiza en emplazamientos planos, mientras que en laderas o enclaves escarpados se requiere una importante adecuación que eleva el impacto ambiental y visual de la central fotovoltaica.

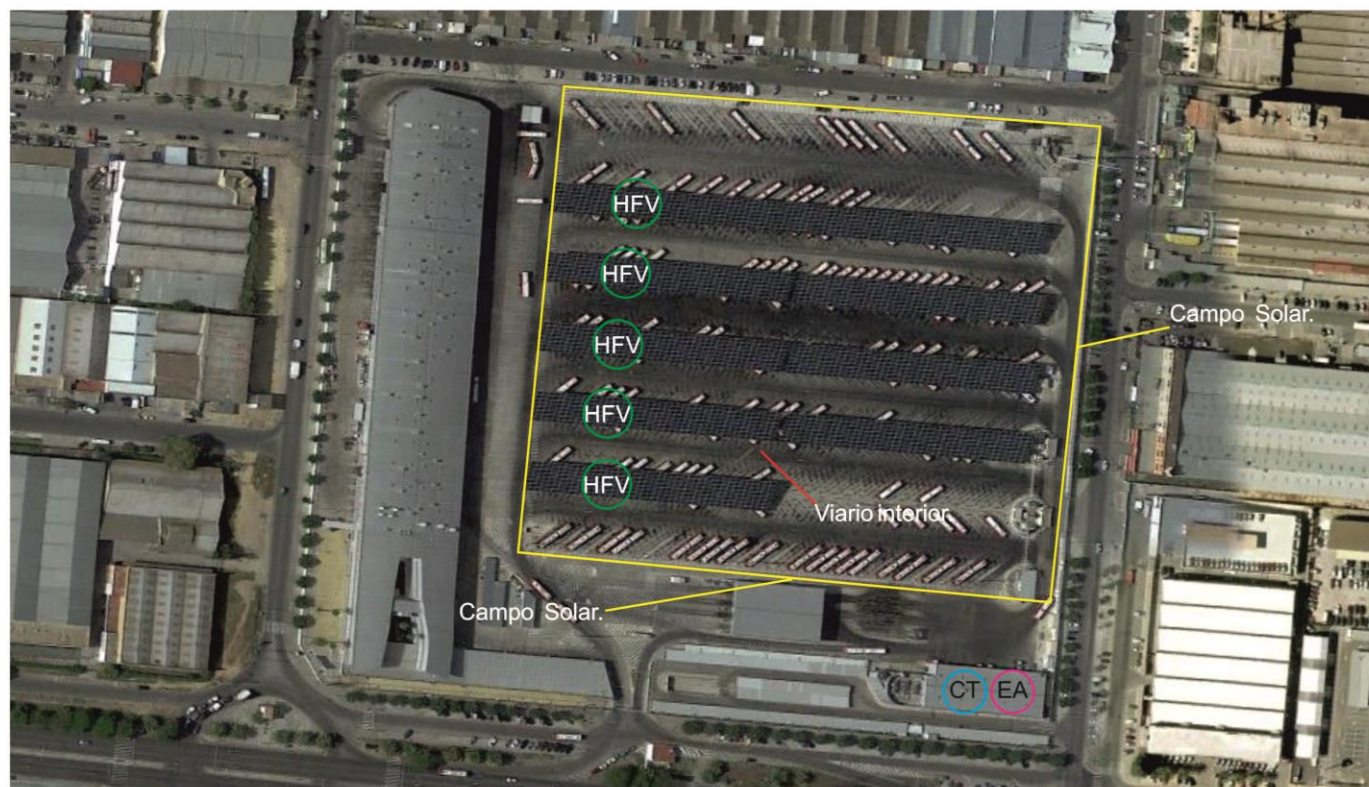
La superficie ocupada varía en función de la potencia instalada así como de la tecnología fotovoltaica empleada. A modo de referencia podemos considerar que los módulos fotovoltaicos fijos consumen aproximadamente 7 metros cuadrados de suelo por kilovatio pico (Kwp), la fotovoltaica con seguimiento de 1 eje hasta 4 veces más y la fotovoltaica con seguimiento de 2 ejes hasta 7 veces más²¹. El campo solar suele disponer de vías interiores para la limpieza y mantenimiento de los módulos. En las centrales fotovoltaicas no urbanas, al no compatibilizarse el espacio con otros usos, el campo solar dispone de un vallado perimetral que impide el libre acceso al mismo. Este cercado, a considerar a efectos ambientales, se suele resolver mediante malla metálica. Por su parte en las centrales fotovoltaicas urbanas situadas al nivel del suelo, mediante pérgolas u otras estructuras que levantan los módulos, no existe cercado al compatibilizarse en el ámbito del campo solar otros usos (aparcamiento, espacios libres etc.).

²¹ CAMPO BUETAS, Francisco, AEF, Jornadas técnicas: Por un futuro renovable. SEO - Birdlife, Madrid, mayo 2011.

- **Cimentación:** Sirve para fijar los soportes de los módulos fotovoltaicos al terreno. No se precisa cimentación para instalaciones sobre cubiertas o en fachadas, en las que se recurre a sistemas de anclaje a la estructura de la edificación. La cimentación se calcula en función del tipo de soporte del módulo fotovoltaico, las cargas previstas y las características del suelo (orografía, propiedades, etc.). Para instalaciones fotovoltaicas fijas, se recurre a cimentación superficial mediante zapatas corridas de hormigón o a tornillos de acero hincados sobre el terreno (esta última opción no requiere de grandes desbroces y movimientos de tierras para el conjunto del campo solar). Para instalaciones fotovoltaicas con seguimiento, se recurre a cimentación superficial mediante zapatas cuadradas de hormigón.
- **Módulos fotovoltaicos:** Los módulos fotovoltaicos constituyen el elemento fundamental de la instalación. Distinguiremos, si integramos en esta observación la estructura que lo une a la cimentación, entre módulos fotovoltaicos fijos y módulos fotovoltaicos con seguimiento del Sol (entre los que diferenciamos entre módulos de uno o dos ejes).

Los módulos fotovoltaicos fijos los diferenciaremos a su vez, entre los que se encuentran anclados a la estructura de un edificio (cubierta o fachada) y los que se disponen al nivel del suelo (compatibilizando otras actividades o no):

.- **Cubierta o fachada:** A pesar de que no son objeto del presente estudio podemos indicar que en la mayoría de los casos se anclan a la estructura del edificio, mediante perfiles metálicos de poco peso, para no dañar la envolvente del edificio. Por otra parte la industria fotovoltaica está aportando cada vez mayor número de soluciones que convierten a estos sistemas en la propia envolvente de la edificación. Podemos destacar el empleo de tecnología solar fotovoltaica en muros cortina (mediante laminados fotovoltaicos), en cubiertas inclinadas (mediante tejas fotovoltaicas), lucernarios (con vidrios fotovoltaicos con distinto nivel de transparencia y en una amplia gama de colores), parasoles, pavimentos (mediante suelos cerámicos fotovoltaicos transitables), etc.



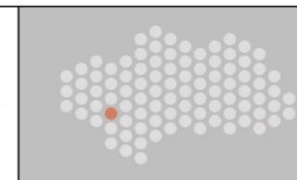
COMPONENTES:

- 1.- Infraestructuras Viarias.
- 2.- Campo Solar.
- 3.- Hileras Módulos Fotovoltaico (HFV).
- 4.- Infraestructuras Eléctricas:
.-Centro de Transformación (CT).
- 5.- Edificaciones Auxiliares (EA).

FICHA TÉCNICA:

- .Nombre: FV "TUSAM".
- .Ubicación: Sevilla.
- .Año construcción: 2009.
- .Potencia Instalada: 1,8 MW.
- .Nº Estructuras: 54.
- .Superficie unidad: 276 m2.
- .Superficie total: 14.904 m2.
- .Tipo: Baja concentración, fija.
- .S. Campo Solar: 60.000 m2.
- .Longitud hileras HFV: 1.029 m.
- .Perímetro: 979 ml.
- .Consumo suelo: 33.333 m2/MW.

Figura 7.19.-
Principales componentes de la central solar fotovoltaica de baja concentración sin seguimiento "TUSAM", Sevilla (Sevilla).





Panorámica de la instalación.



Vista de las hileras fotovoltaicas superpuestas.

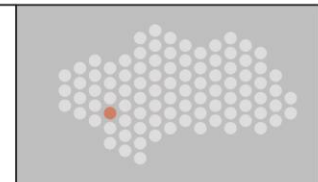


Circulación por la instalación.



Aparcamiento bajo la instalación.

Figura 7.20.-
Principales componentes de la central solar fotovoltaica de baja concentración sin seguimiento “TUSAM”, Sevilla (Sevilla).



.- Nivel del suelo: Entre las centrales fotovoltaicas fijas a nivel de suelo consideramos necesario distinguir, desde el enfoque de la ordenación del territorio, entre las que se reservan el uso en exclusiva del emplazamiento y las que lo compatibilizan con otras actividades. En el primer grupo, generalmente coincide con instalaciones fotovoltaicas localizadas en ámbitos rurales, encontramos centrales que realizan un uso intensivo del terreno que ocupan. Los módulos fotovoltaicos se disponen sobre una estructura metálica, ligera o de acero laminado en función de la cimentación y las características ambientales del emplazamiento, de escasa altura y que proporciona la inclinación óptima a la instalación (entre 130 y 180°). El conjunto de módulos fotovoltaicos se disponen en el campo solar a partir de hileras paralelas, mayoritariamente con su directriz principal orientada de forma perpendicular al Sur, y separadas entre ellas la distancia mínima que permite salvar la proyección de sombra entre las mismas.

En el segundo grupo, habitualmente coincide con instalaciones localizadas en ámbitos urbanos, las centrales no realizan un uso exclusivo del terreno. Para ello se debe liberar espacio bajo los mismos mediante pérgolas u otro tipo de estructuras. Al acrecentar la altura del conjunto aumenta consecuentemente la separación entre elementos, para salvar la sombra proyectada, y disminuye la superficie disponible para módulos fotovoltaicos. A pesar del incremento del coste de la instalación presenta la ventaja que permite aumentar el número de emplazamientos susceptibles de aprovechamiento. Esta fórmula se está empleando sobre marquesinas y pérgolas de aparcamientos²², en espacios libres²³, etc. Estas soluciones, que suelen contemplar un cuidado diseño en los soportes de los módulos, permiten acoplar las energías renovables a los tejidos urbanos de los núcleos urbanos.

²² En Andalucía podemos señalar instalaciones como las de las cocheras de la empresa municipal de transportes de Sevilla (TUSSAM) o las del Parque Geolit de Mengíbar (Jaén).

²³ Como el Bosque Solar del Parque Dunar de Doñana, Matalascañas - Almonte (Huelva).

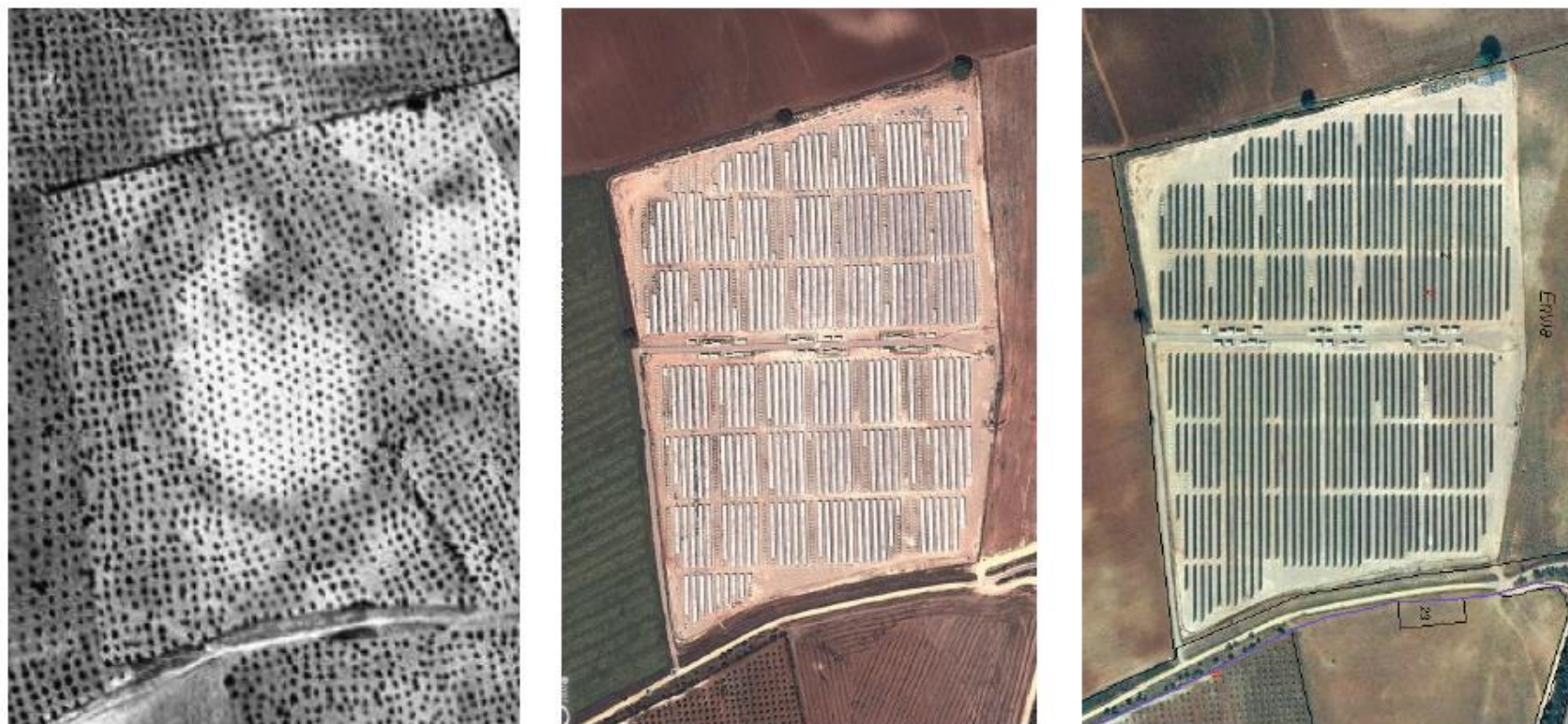
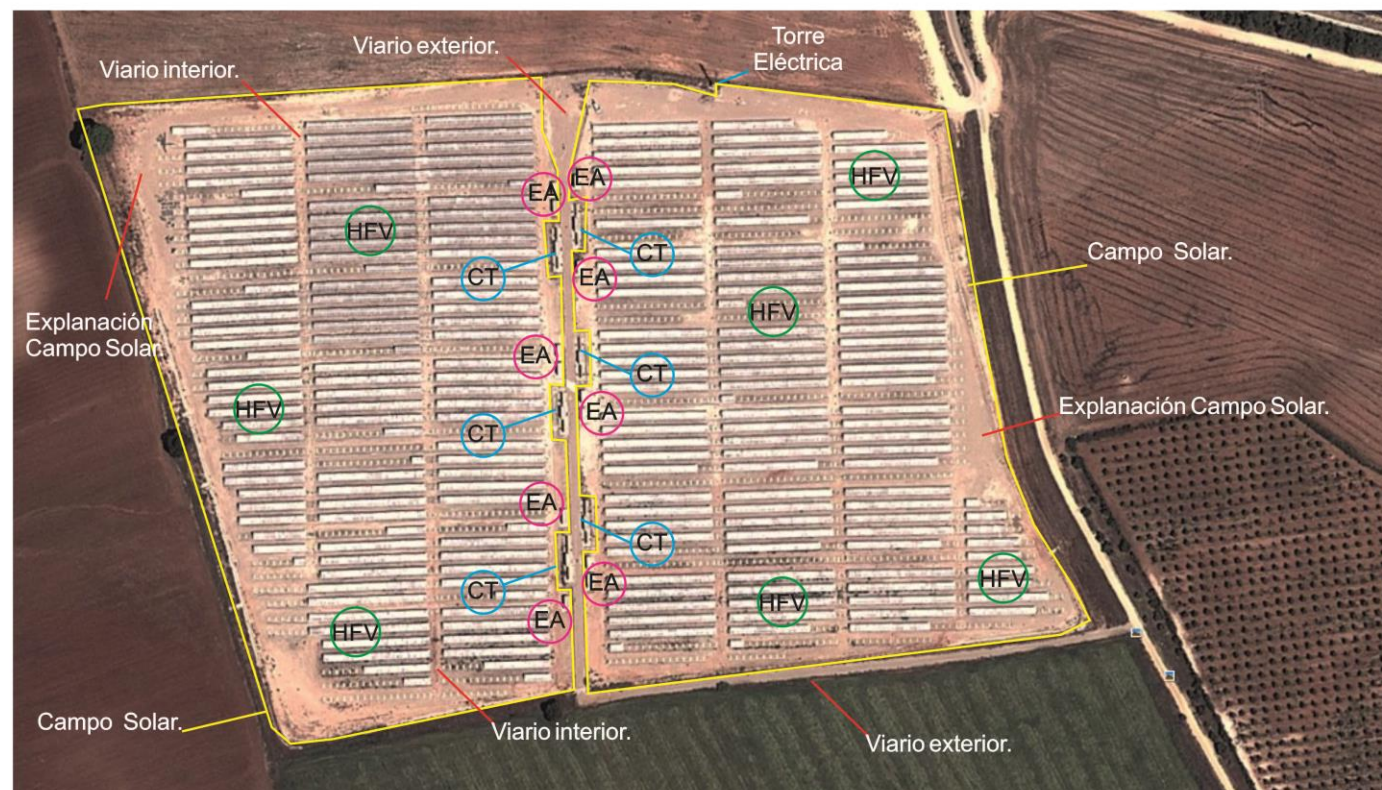


Figura 7.21.-
Transformación del suelo a partir de la implantación de una central solar fotovoltaica ubicada en Dos Hermanas (Sevilla).
De izquierda a derecha, evolución del terreno desde su estado originario en 1956 hasta el estado actual pasando por la fase de obras.





COMPONENTES:

1.- Infraestructuras Viarias.

2.- Campo Solar.

3.- Hileras Módulos Fotovoltaico (HFV).

4.- Infraestructuras Eléctricas:

.- Centro de Transformación (CT).

5.- Edificaciones Auxiliares (EA).

FICHA TÉCNICA:

.Nombre: FV "El Maestro".
.Ubicación: Dos Hermanas.
.Año construcción: 2008.
.Potencia Instalada: 5,2 MW.

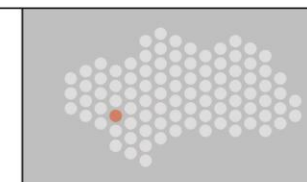
.Nº Hileras: 43.
.Superficie total: 42.686 m2.
.Tipo: Baja concentración, fija.
.Nº Edificaciones Auxiliares: 7 uds
.Nº Cto. Transformación: 6 uds

.S. Campo Solar: 130.000 m2.
.Longitud hileras HFV: 14.000 m.
.Perímetro: 1.455 ml.

.Consumo suelo: 25.000 m2/MW.

Figura 7.22.-

Principales componentes de ocupación territorial de la central solar fotovoltaica de baja concentración sin seguimiento "El Maestro", Dos Hermanas (Sevilla).





Torre eléctrica.



Perfil de las hileras solares sin seguimiento.



Campo solar, explanación, torre de control, hileras solares y otros componentes.



Estructura metálica fija.



Cimentación de hormigón



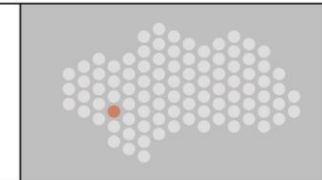
Centros de transformación junto al campo solar.



Viario exterior y cercado del campo solar.

Figura 7.23.-

Principales componentes de ocupación territorial de la central solar fotovoltaica de baja concentración sin seguimiento “El Maestre”, Dos Hermanas (Sevilla).



Los módulos fotovoltaicos con seguimiento representan una solución dinámica que sigue la trayectoria solar para aumentar la eficiencia de la central. Pueden ser de uno o dos ejes:

.- Un eje: La directriz del eje puede ser tanto horizontal como vertical, en función de la tecnología más apropiada para cada enclave concreto.

.- Dos ejes: Integran un giro del módulo fotovoltaico tanto horizontal como vertical, mediante dos ejes, que optimizan su rendimiento.

El seguimiento de la trayectoria solar se refleja en el aumento de la productividad de la central. Los módulos fotovoltaicos con seguimiento de un eje desarrollan una potencia superior a los módulos fijos de entre un 10-20%, mientras que los módulos fotovoltaicos con seguimiento de dos ejes desarrollan una potencia superior a los fijos de un 30% aproximadamente²⁴.

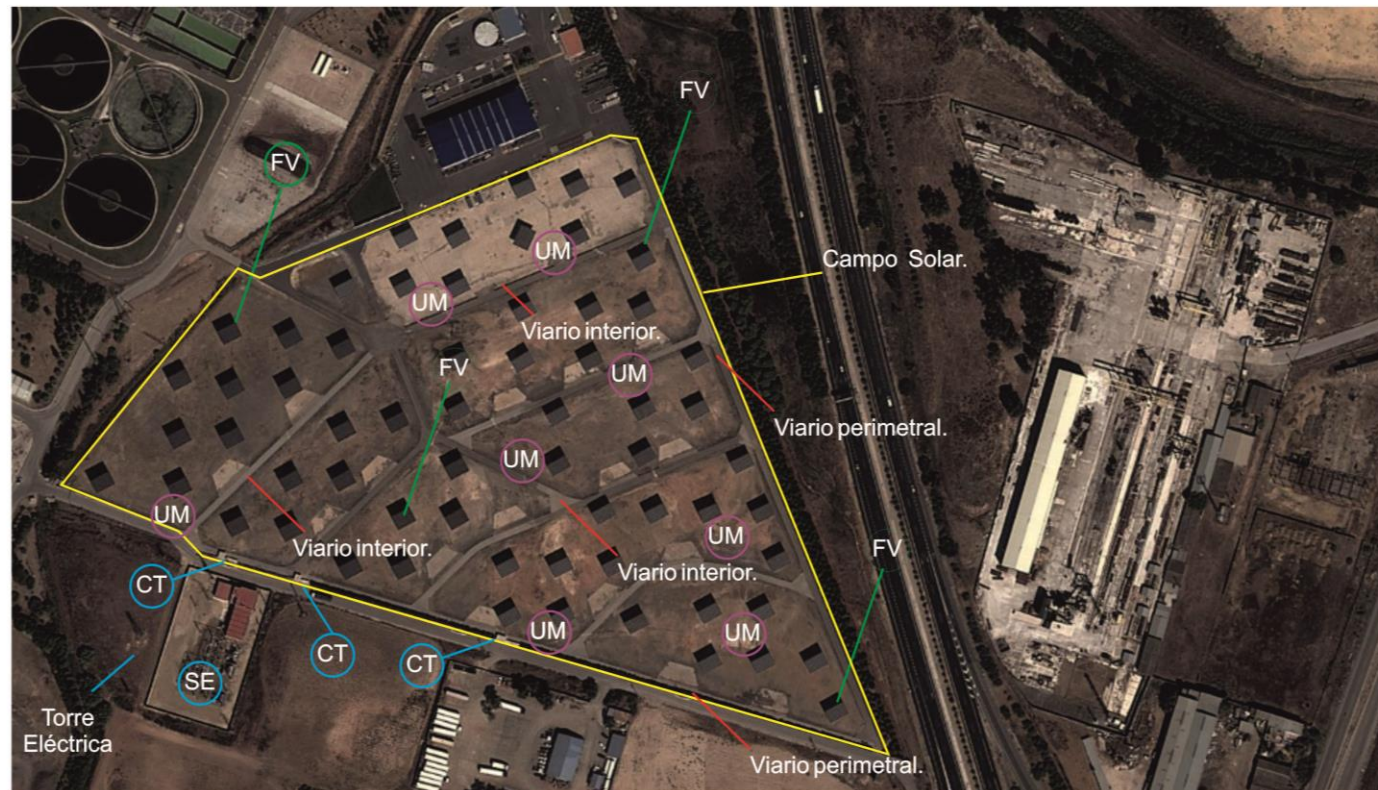
El incremento de la superficie ocupada por los módulos con seguimiento, superior en los de doble eje respecto a los de eje único, se compensa con el incremento de su rendimiento. En lo referente a la compatibilización respecto a otras actividades resulta de aplicación lo establecido para la fotovoltaica fija.

- Edificaciones Auxiliares: Albergan la sala de control, la unidad de monitorización (en la que se procesan todos los datos relativos a la central y las condiciones meteorológicas) o los instrumentos de medida meteorológicos. Por lo general, todos estos elementos ocupan un único edificio.
- Infraestructuras eléctricas: Son necesarias para adecuar la producción eléctrica, antes de su vertido a la red, a los parámetros técnicos fijados por el regulador del sistema eléctrico (tensión, intensidad, etc.). Incluimos en esta categoría la sala de potencia, los dispositivos de control de la corriente continua, los inversores (que convierten la corriente continua en corriente alterna), los dispositivos de control de la corriente alterna y los centro de transformación.

²⁴ CAMPO BUETAS, Francisco, (2011).

Los centros de transformación se deben localizar en lugares accesibles, al objeto de facilitar las tareas de mantenimiento y control. Por ello, y dado que el resto de la instalación se suele encontrar cercada perimetralmente, los centros de transformación se disponen en el límite del campo solar y con apertura hacia el exterior. En caso contrario, se requiere la ejecución de una vía de acceso independiente a los mismos.

- Líneas de evacuación: Transportan la energía eléctrica generada por las centrales fotovoltaicas. Habitualmente las infraestructuras eléctricas están compuestas por líneas de evacuación enterradas, subestaciones y líneas de evacuación aéreas (que parten desde las subestaciones).



COMPONENTES:

1 - Viario.

2 - Campo Solar.

3 - Módulo
Fotovoltaico (FV).

4 - Infraestructuras
Eléctricas:

.- Centro de Transformación (CT).
.- Subestación Eléctrica (SE).

5 - Unidad Meteorológica (UM).

FICHA TÉCNICA:

.Nombre: FV "El Copero".
.Ubicación: Dos Hermanas.
.Año construcción: 2008.
.Potencia Instalada: 1 MW.

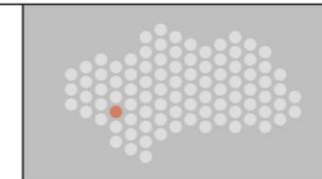
.Nº Seguidores: 63 uds.
.Superficie ud/total: 122/7686 m2.
.Tipo: Baja concentración, 2 ejes.
.Nº Ud. Meteorológicas: 7 uds.
.Nº Cto. Transformación: 3 uds.

.S. Campo Solar: 93.800 m2.
.Superficie Vías: 6.987 m2.
.Perímetro: 1.310 ml.

.Consumo suelo: 93.800 m2/MW.

Figura 7.24.-

Principales componentes de ocupación territorial de la central solar fotovoltaica de baja concentración con seguimiento a dos ejes "El Copero", Dos Hermanas (Sevilla).





Módulo solar.



Campo solar.



Módulo solar con seguimiento a dos ejes.



Unidad meteorológica.



Base de un módulo solar.

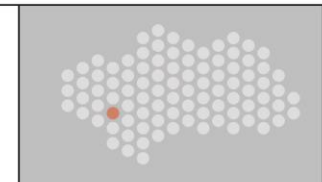


Centro de transformación junto al campo solar.



Viario, campo solar, centro de transformación y valla.

Figura 7.25.-
Principales componentes de ocupación territorial de la central solar fotovoltaica de baja concentración con seguimiento a dos ejes “El Copero”, Dos Hermanas (Sevilla).



7.2.2.1-2: Las **plantas termosolares** representan la opción de producción de energía a mayor escala de las tecnologías solares. El presente estudio sobre los modelos de ocupación territorial de una planta termosolar, ver capítulo 6 para profundizar sobre las tecnologías disponibles, se ceñirá²⁵:

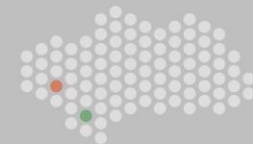
- Centrales de Receptor Central, dispone de forma concéntrica un conjunto de helióstatos (espejos) en torno a un receptor central ubicado sobre una torre de gran altura. La energía térmica captada se emplea para hacer funcionar una turbina generadora de electricidad. Este modelo se corresponde con el de la PSA de Tabernas (Almería) o de Solucar en Sanlúcar la Mayor (Sevilla).
- Centrales de Concentrador Cilindro-Parabólico, emplea reflectores de espejo con forma de canal que concentran la luz solar sobre tubos de absorción para calentar fluidos que producen electricidad a partir de un generador de turbina. Este modelo es el más maduro tecnológicamente y se explota comercialmente desde la década de los 80 en California (EEUU).

²⁵ Dado que son los modelos implantados mayoritariamente a nivel mundial y en nuestro entorno geográfico más cercano.



Figura 7.26.-

- Arriba, central de receptor central en Sanlúcar La Mayor (Sevilla).
- Abajo, central de CCP en San José del Valle (Cádiz).



A diferencia de las centrales fotovoltaicas, con mayor capacidad de acoplamiento a emplazamientos tanto urbanos como rurales, las plantas termosolares se ubican exclusivamente en entornos no urbanos debido a sus considerables dimensiones y necesidades funcionales. En su conjunto responden a un patrón de implantación caracterizado por abarcar un reducido campo visual, en función del enclave y de la presencia o ausencia de torre central, que se materializa mediante una elevada ocupación de terreno. La adecuada selección del emplazamiento resulta capital para minimizar los efectos adversos que conlleva la instalación de una planta solar sobre el paisaje y el medio ambiente del entorno.

No obstante subrayaremos la ventaja que constituye, debido a la riqueza del recurso solar en Andalucía, la posibilidad de seleccionar emplazamientos sin excesivas limitaciones. Andalucía lidera la producción termosolar de Europa con proyectos como Envirodish, Andasol I y II, PS10, GDV, PS20, Solnova 50, Aznalcóllar TH, Aznalcóllar 20, Gemasolar, Valle 1 y Valle 2, Ibersol Sevilla, etc. Este escenario se debe en parte a las investigaciones, iniciadas hace más de tres décadas, desarrolladas en la Plataforma Solar de Almería como centro de referencia de los sistemas energéticos solares europeos.

Las plantas termosolares, que se construyen en la actualidad, conforman un modelo de ocupación territorial caracterizado fundamentalmente por la presencia de los siguientes elementos:

- Viario exterior: En ámbitos rurales suele precisarse la dotación de una red viaria completa, que permite el acceso al emplazamiento e incluye un área de aparcamiento. Dado el tránsito diario al que se verá sometida, fundamentalmente por el tráfico generado por los trabajadores de la planta, suelen ejecutarse mediante asfalto como en cualquier vía convencional.
- Campo de heliostatos o reflectores: Es el espacio ocupado por los heliostatos, en el caso de centrales de Receptor Central (RC), o reflectores, en el caso de centrales de Concentradores Cilindro-Parabólicos (CCP). La selección del emplazamiento debe conjugar los siguientes factores: disponibilidad de una vasta extensión sin condicionantes territoriales o ambientales, nivel de irradiación solar apropiado, orografía plana, abastecimiento de agua y posibilidad de vertido de la producción eléctrica a la red. La superficie que ocupa

depende fundamentalmente de variables como la tecnología empleada en la central o la existencia de equipamiento para el almacenamiento del calor generado. Para 50 megavatios de potencia nominal instalada se precisan entre 50-250 hectáreas en función de los parámetros anteriormente expuestos²⁶. Las tecnologías de Receptor Central suelen demandar mayor superficie, si bien este aspecto se puede compensar con un aumento en la eficiencia energética.

El campo de heliostatos o receptores cuenta con vías interiores que permiten la limpieza y mantenimiento de los sistemas. Por tanto se requiere una adecuación previa del terreno (desbroce y movimientos de tierra) y construcción del viario interior. Estas vías siguen una trama ortogonal en el caso de centrales de CCP y concéntrica, en torno a la torre, en el caso de centrales de RC. La separación entre las mismas es idéntica en el caso de centrales de CCP, la que permite salvar la sombra proyectada, y variable para las centrales de RC (al considerarse el ángulo de incidencia en la torre aumenta la separación con la distancia a la misma).

El recinto de la planta termosolar, que se suele superponer con el campo de heliostatos o receptores, cuenta con una vía perimetral. Esta vía tiene su perímetro vallado, al realizarse un uso exclusivo del terreno que ocupan, normalmente mediante malla metálica.

- Cimentación: Ancla los soportes de los heliostatos o receptores al terreno. La cimentación se calcula en función de las propiedades geotécnicas del suelo, las cargas previstas (viento, peso, vuelco, etc.) y del tipo de soporte. Los heliostatos de las centrales de RC cuentan con un único soporte, el cual otorga libertad de movimiento para el seguimiento de la posición del Sol, cuya base se fija a una cimentación resuelta mediante zapatas superficiales aisladas de hormigón armado. Por su parte los concentradores cilindro-parabólicos se sustentan sobre una estructura ligera de metal, resuelta normalmente en celosía, que sigue la directriz principal de los reflectores. Esta estructura, que permite el giro horizontal del sistema, dispone de apoyos puntuales cada 5-12 metros anclados a dados de hormigón armado dispuestos de forma transversal al eje principal.

²⁶ Agencia Andaluza de la Energía, <http://www.torresolenergy.com/>, <http://www.unesa.es/>, <http://www.abengoasolar.com/>

- Heliostatos o Reflectores: Son el elemento principal de la instalación y se distribuyen por el campo solar. Tanto los Heliostatos como los Concentradores Cilindro – Parabólicos se emplean en las plantas termosolares para un mismo objetivo, aprovechar el calor del Sol para la producción de electricidad, pero lo abordan desde enfoques distintos:

.- Heliostatos (Centrales RC): Se trata de espejos cuya superficie reflectante y ligeramente curvada, fabricada a partir de una composición vidrio – metal o mediante una membrana, refleja la radiación solar. Con un mecanismo dinámico siguen el movimiento del Sol, gracias a un doble eje (azimutal y de elevación), para que en todo momento se proyecte la radiación solar reflejada sobre el receptor o caldera que se encuentra sobre la torre. Los heliostatos instalados comprenden una superficie aproximada de entre 40 m² (PSA – Tabernas) y los 110 m² (GEMASOLAR – Fuentes de Andalucía) o 120 m² (PS10 – Sanlúcar La Mayor). Los heliostatos requieren de tareas de limpieza para no mermar su rendimiento.

.- Concentradores Cilindro – Parabólicos (Centrales CCP): Se trata de espejos parabólicos más complejos que los anteriores en la medida que reflejan (en el foco de la propia parábola) y concentran (sobre un tubo captador cuya directriz coincide con el foco de la parábola) la radiación solar en el mismo dispositivo. Esta doble función permite que no se precise la construcción de una torre central sobre la que ubicar el receptor y reflejar la radiación. En su composición se emplean variadas soluciones y materiales (sujetas a patentes comerciales), siendo la más habitual vidrio–metal (capas de distintos elementos). Los Concentradores Cilindro – Parabólicos se disponen de forma longitudinal, habitualmente con orientación Este-Oeste, y el mecanismo dinámico permite su giro Sur-Norte. El tubo absorbedor tiene un diámetro inferior a los 10 centímetros y está formado por conductos concéntricos separados entre sí por la cámara de aire, uno interior metálico que alberga el fluido térmico (agua, aceite o sales fundidas) y uno exterior de vidrio. Los CCP deben ser limpiados para conservar su rendimiento.

- Torre Central: Sólo es necesaria en las centrales de receptor central. Alberga en lo más alto al receptor o caldera donde concentran la radiación solar el conjunto de heliostatos. Las características de la torre, altura y modelo del receptor principalmente, condicionan el diseño del resto de la instalación. La altura de la torre, en algunas plantas ha alcanzado los 140 metros²⁷, es directamente proporcional a la superficie del campo de heliostatos. La torre puede tener una estructura de hormigón o metálica y es el elemento más visible de la central. Otro parámetro de la composición de la torre, que repercute en la morfología del campo de heliostatos, es el tipo de receptor que albergan: externo o de cavidad. Cuando se instala un receptor externo, reciben la radiación por todo su perímetro, se puede construir un campo de heliostatos circular. Los receptores de cavidad, más protegidos frente a pérdidas, limitan la amplitud del campo solar. Las centrales de Receptor Central pueden emplear diversos tipos de fluidos térmicos como agua-vapor, sales fundidas, sodio, sales fundidas-sodio o aire.

²⁷ Como en la planta termosolar GEMASOLAR, Fuentes de Andalucía (Sevilla).

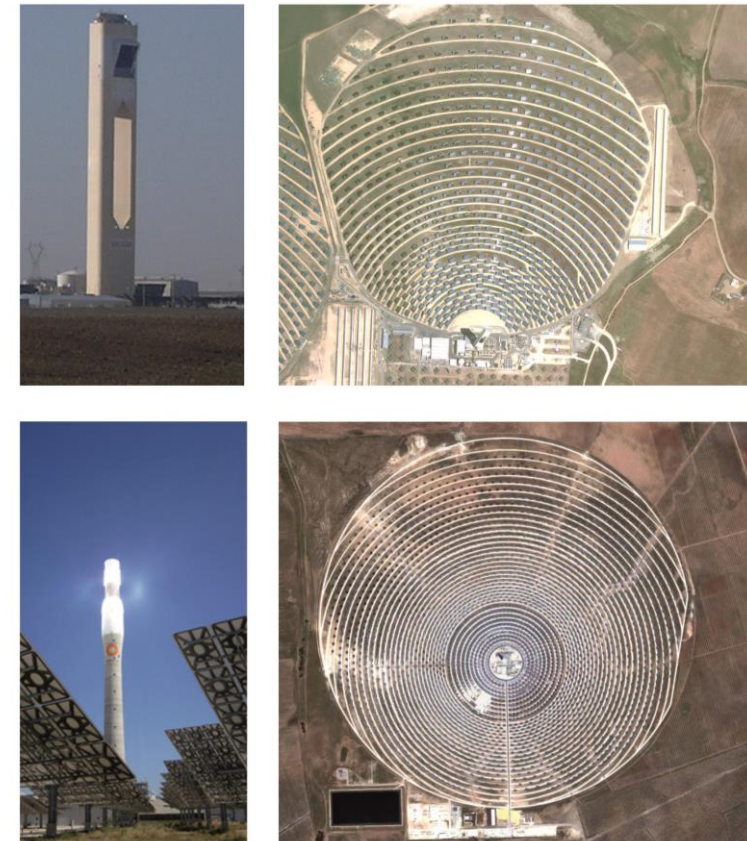
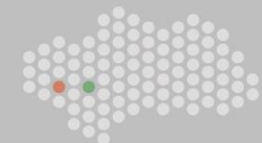
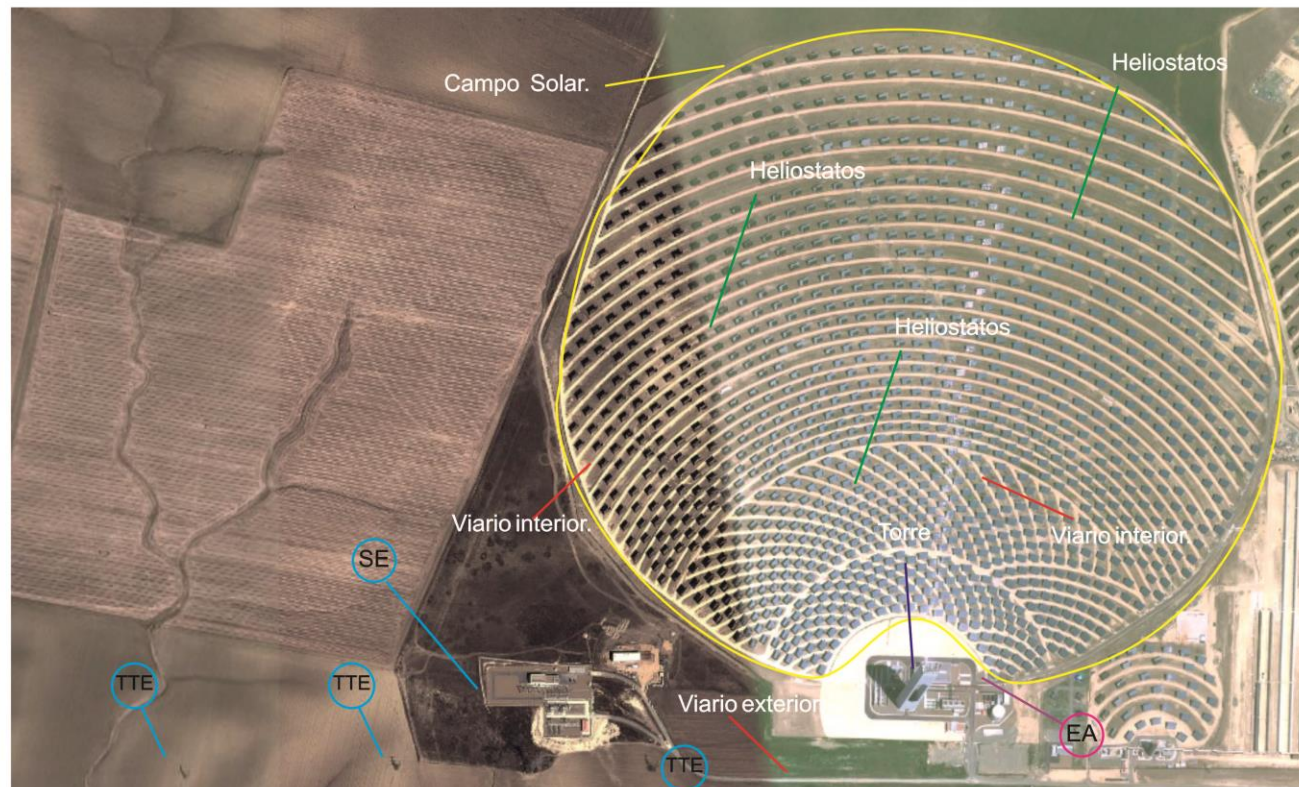


Figura 7.27.-

- Arriba, torre con receptor central de cavidad.
- Abajo, torre con receptor central externo.



- **Edificaciones Auxiliares:** Que albergan diversos componentes como turbinas, intercambiadores, generadores de vapor, condensadores, tanques de almacenamiento (de sales frías y calientes), bombas de sales (en el caso de las centrales de RC bombean las sales hasta el receptor de la torre). oficinas, centro de control, etc. Una vez transferido el calor del fluido térmico a los generadores, donde se convierte en vapor, el funcionamiento y equipamiento es similar al de cualquier central térmica convencional. En función de los sistemas de almacenamiento, habitualmente emplean sales fundidas, la autonomía de la central le puede permitir seguir funcionando en condiciones meteorológicas adversas entre 7 y 15 horas. Estas instalaciones implican un aumento del consumo de suelo y del coste del conjunto de la instalación aunque redundan en una clara mejora en el rendimiento y gestión de la producción eléctrica de la central. Desde el centro de control se monitorizan todas las operaciones de la central desde el movimiento de los heliostatos o reflectores (para adaptarse a la posición del Sol en cada momento), la temperatura de los fluidos, la activación de los sistemas de almacenamiento térmico o de apoyo, el rendimiento del conjunto, etc.
- **Líneas de evacuación:** Permiten el transporte y la comercialización de la energía eléctrica generada por la planta termosolar. Las infraestructuras eléctricas, al igual que en otras instalaciones renovables, están compuestas por líneas de evacuación enterradas, subestaciones y líneas de evacuación aéreas. La selección de emplazamientos puede verse muy limitada si no se dispone de autorización del regulador eléctrico, Red Eléctrica Española, para el vertido de la producción en un punto concreto de la red.
- **Otros elementos:** En función del diseño y tipología de cada planta se pueden precisar otras instalaciones y elementos que tienen su proyección sobre el territorio. Uno de los más habituales es la presencia de balsas, normalmente se recurre a un grupo de balsas con capacidad variable, en el entorno de las centrales al objeto de garantizar un suministro autónomo de agua en caso de ser preciso. El modelo de balsa más habitual para este tipo de instalaciones emplea productos impermeables artificiales, geomembranas que garantizan la estanqueidad, y requieren movimientos de tierras para conformar el vaso principal.



COMPONENTES:

1.- Infraestructuras Viarias.

2.- Campo Solar.

3.- Heliostatos.

4.- Infraestructuras Eléctricas:

.- Subestación Eléctrica (SE).
.- Torre Tendido Eléctrico (TTE).

5.- Edificaciones Auxiliares (EA).

6.- Torre (Receptor Central)

FICHA TÉCNICA:

.Nombre: "PS-20".
.Año construcción: 2009.
.Potencia Instalada: 20 MW.

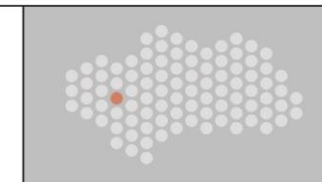
.Nº Heliostatos: 1.255.
.Superficie total: 150.600 m².
.Tipo: Torre con vapor.
.Altura Torre: 165 m.

.S. Campo Solar: 785.000 m².
.Diámetro Campo Solar: 1.000 m.
.Perímetro: 3.100 ml.

.Consumo suelo: 42.500 m²/MW.

Figura 7.28.-

Principales elementos que materializan la ocupación territorial de la planta termosolar PS-20, de receptor central de cavidad. Sanlúcar la Mayor (Sevilla).





Campo solar y torre.



Cerca perimetral de la instalación.



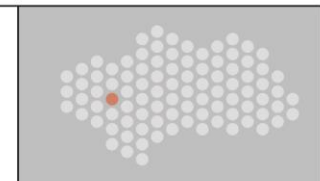
Detalle de un heliostato.



Torre (coronada por un receptor central de cavidad).

Figura 7.29.-

Principales elementos que materializan la ocupación territorial de la planta termosolar PS-20, de receptor central de cavidad. Sanlúcar la Mayor (Sevilla).





Torres de refrigeración.



Depósito .



Subestación eléctrica.



Tendido eléctrico.



Depósitos y ramales de instalaciones.



Vista de perfil de la estructura del heliostato.



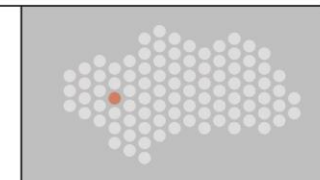
Detalle base heliostato.

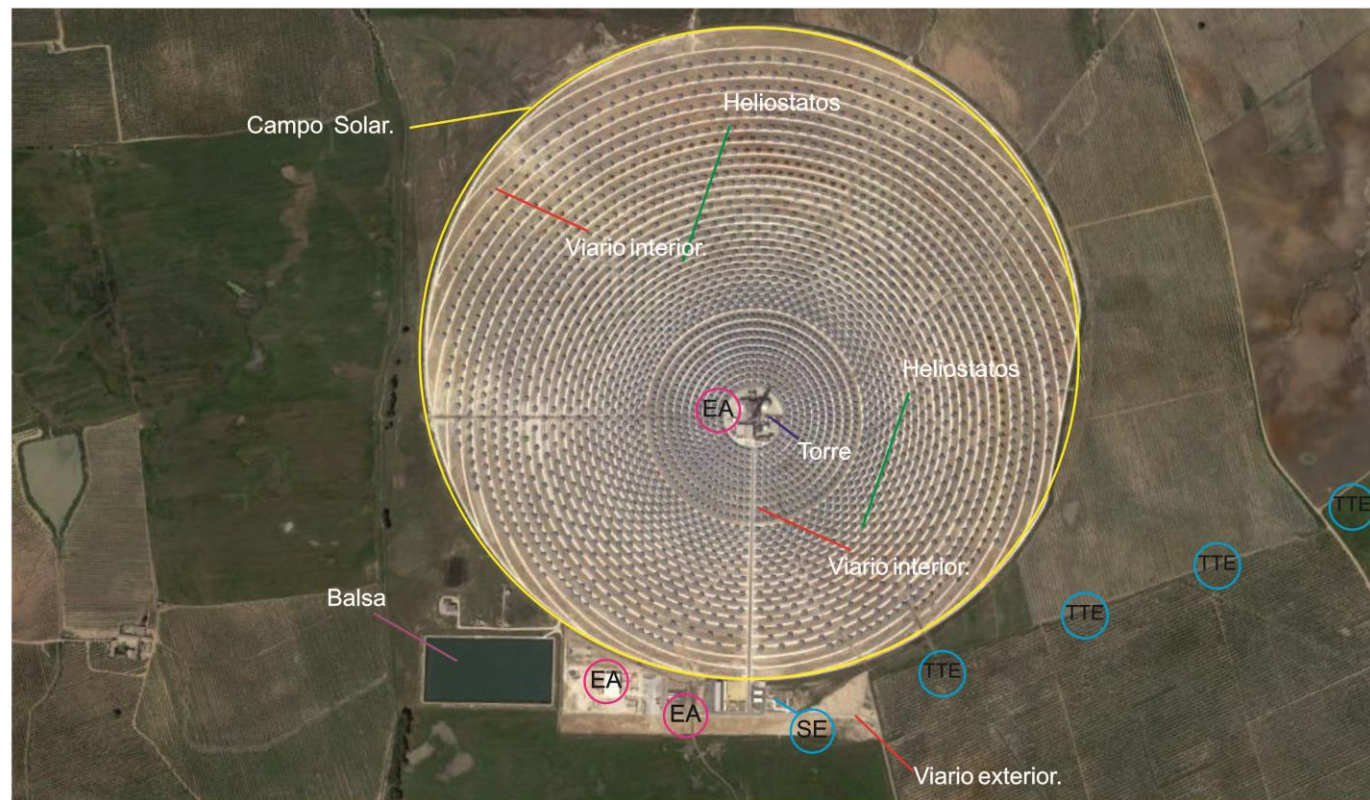


Detalle viario interior.

Figura 7.30.-

Principales elementos que materializan la ocupación territorial de la planta termosolar PS-20, de receptor central de cavidad. Sanlúcar la Mayor (Sevilla).





COMPONENTES:

1.- Infraestructuras Viarias.

2.- Campo Solar.

3.- Heliostatos.

4.- Infraestructuras Eléctricas:

.- Subestación Eléctrica (SE).
.- Torre Tendido Eléctrico (TTE).

5.- Edificaciones Auxiliares (EA).

6.- Torre (Receptor Central)

FICHA TÉCNICA:

.Nombre: Gemasolar.
.Año construcción: 2011.
.Potencia Instalada: 19,9 MW.

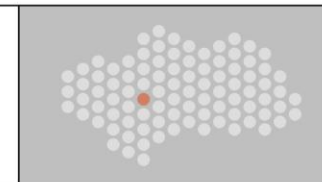
.Nº Heliostatos: 2.650.
.Superficie total: 304.750 m2.
.Tipo: Termosolar, seguimiento.
.Altura Torre: 140 m.

.S. Campo Solar: 1.850.000 m2.
.Diámetro Campo Solar: 1.530 m.
.Perímetro: 4.800 m.

.Consumo suelo: 92.965 m2/MW.

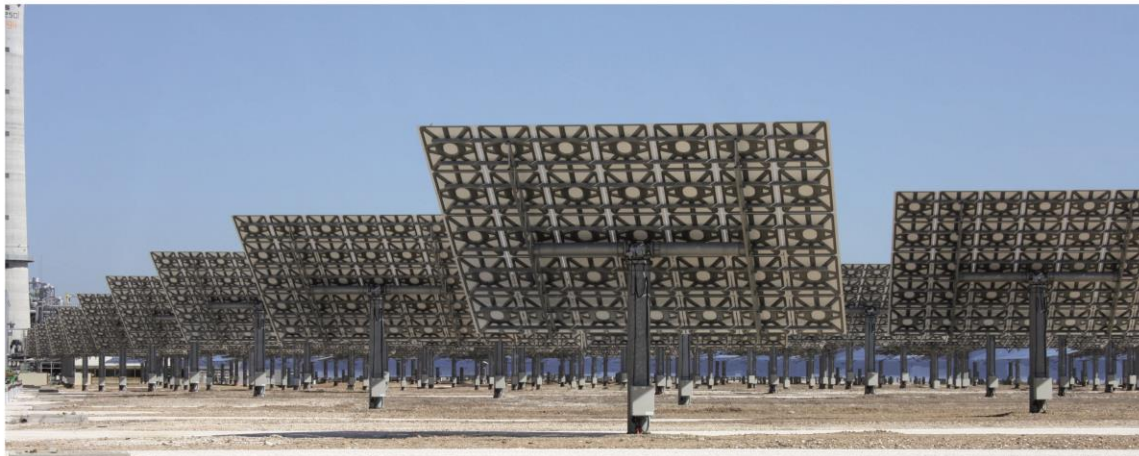
Figura 7.31.-

Principales elementos que materializan la ocupación territorial de la planta termosolar “Gemasolar”, de receptor central externo. Fuentes de Andalucía (Sevilla).





Campo solar y torre.



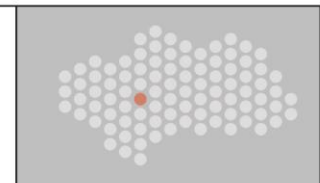
Heliostatos en el campo solar.



Torre (coronada por un receptor central externo).

Figura 7.32.-

Principales elementos que materializan la ocupación territorial de la planta termosolar “Gemasolar”, de receptor central externo. Fuentes de Andalucía (Sevilla).





Balsa.



Subestación eléctrica.



Tendido eléctrico.



Detalle heliostato y viario interior.



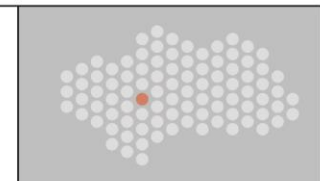
Balsa e instalaciones auxiliares.

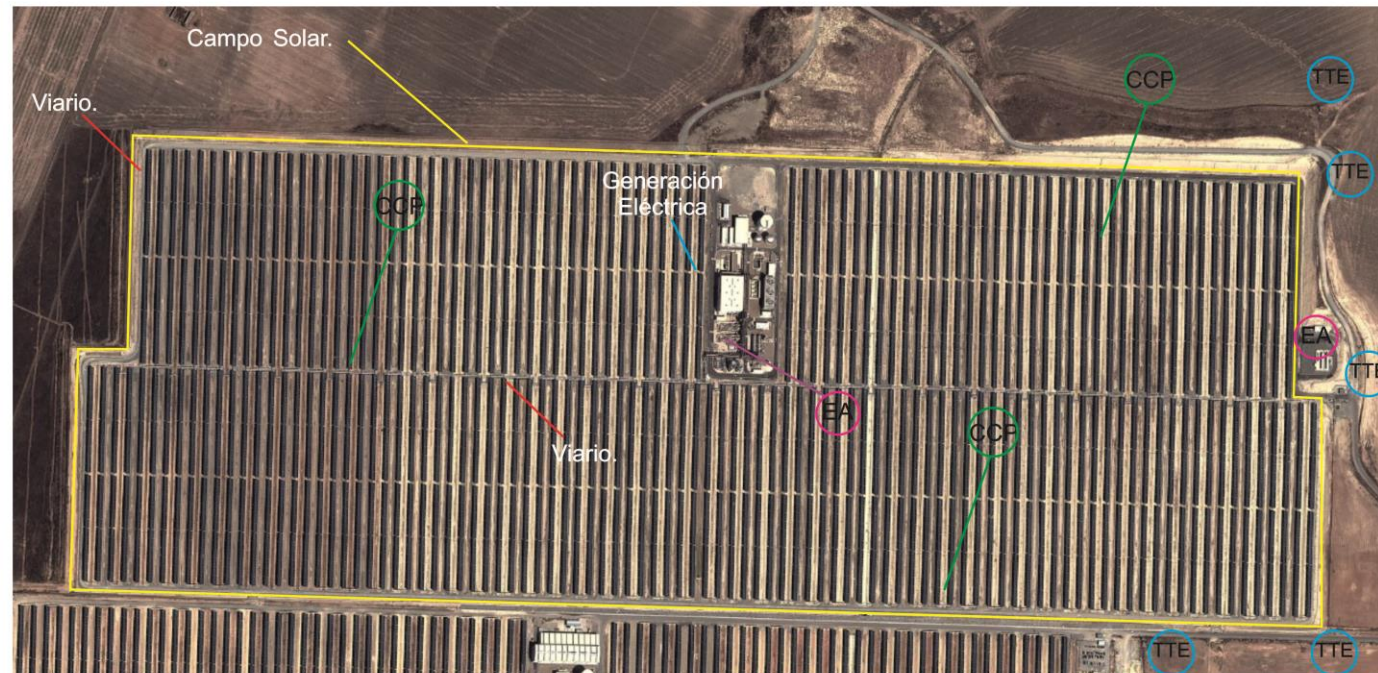


Detalle cierre perimetral.

Figura 7.33.-

Principales elementos que materializan la ocupación territorial de la planta termosolar “Gemasolar”, de receptor central externo. Fuentes de Andalucía (Sevilla).





COMPONENTES:

1.- Infraestructuras Viarias.

2.- Campo Solar.

3.- Hileras Concentradores (CCP).

4.- Infraestructuras Eléctricas:
.- Torre Tendido Eléctrico (TTE).

5.- Edificaciones Auxiliares (EA).

FICHA TÉCNICA:

.Nombre: "Solnova 4".
.Ubicación: Sanlúcar La Mayor.
.Año construcción: 2010.
.Potencia Instalada: 50 MW.

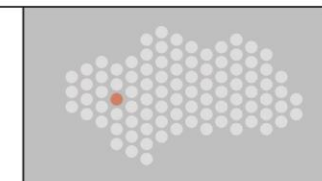
.Nº Hileras: 96.
.Superficie total: 300.000 m2.
.Tipo: Colector cilíndrico-parabólico.
.Sup. Edificaciones auxiliares / Generación: 25.500 m2.

.S. Campo Solar: 1.150.000 m2.
.Longitud hileras CCP: 59.150 m.
.Perímetro: 4.840 ml.

.Consumo suelo: 23.000 m2/MW.

Figura 7.34.-

Principales elementos que materializan la ocupación territorial de la planta termosolar Solnova 4, concentradores cilíndrico-parabólicos. Sanlúcar la Mayor (Sevilla).





Tendido eléctrico.



Campo solar y cierre perimetral.



Depósito



Cierre e instalaciones de control .

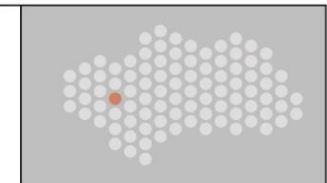


Concentradores cilindroparabólicos.



Instalaciones de generación.

Figura 7.35.-
Principales elementos que materializan la ocupación territorial de la planta termosolar Solnova 4, concentradores cilindroparabólicos. Sanlúcar la Mayor (Sevilla).



7.2.2.2. Incidencia territorial de la energía solar.

A pesar de que el impacto ambiental de las tecnologías solares es inferior al de las energías convencionales, a continuación analizaremos parte de la incidencia territorial que conlleva su implantación. Algunos de estos procesos aparecen en las distintas etapas de la vida operativa de las centrales solares: construcción, funcionamiento y desmantelamiento. No obstante debemos recordar como una buena planificación, que exige una correcta ordenación de las actividades sobre el territorio por parte de las administraciones y el estudio previo de los emplazamientos, minimiza sustancialmente la afección sobre el soporte territorial.

- Ocupación de suelo: La ocupación de suelo de una central solar genera afecciones si el emplazamiento no ha sido seleccionado correctamente y/o en aquellos casos en los que se precisa un aprovechamiento exclusivo del terreno. Estamos ante un impacto minimizable desde el planeamiento pero que una vez ejecutada la obra tan sólo puede ser paliado mediante medidas compensatorias. La superficie ocupada es un factor a considerar ante el riesgo de generar un efecto “isla” sobre el entorno que interrumpa flujos naturales.

Por ello se debería priorizar la ocupación de enclaves de escaso valor ambiental y paisajístico, no perceptibles visualmente a grandes distancias, con suelos de bajo rendimiento agropecuario, cercanos a líneas de transporte eléctrico ya existentes para limitar la necesidad de ejecución de nuevas redes, evitando áreas de recarga de acuíferos o recorridos de cursos de aguas superficiales, no alterando el trazado de vías pecuarias o corredores naturales empleados por la fauna en sus desplazamientos, etc. Al objeto de aportar un análisis más certero proponemos distinguir, en función de la superficie ocupada, entre dos escenarios:

.- Centrales solares pequeñas y medianas: Serían la mayoría de las centrales, fotovoltaicas en su totalidad, y tienen un campo solar con una superficie normalmente inferior a las 5 hectáreas. En estos casos la asimilación territorial de la central, a efectos de interrupción de dinámicas naturales, es menos comprometida. Sin embargo la proliferación de este tipo de instalaciones en un área determinada, sin una correcta planificación, puede propiciar un efecto de fragmentación paisajística y territorial.

.- Grandes centrales solares: Serían algunas fotovoltaicas, las de mayor potencia instalada, y las termosolares. Ocupan decenas de hectáreas con un cerramiento perimetral de varios kilómetros que, potencialmente, puede interrumpir las dinámicas naturales y agropecuarias. Por ello y para evitar el carácter de “isla” de las plantas solares, se debe actuar para lograr la imbricación real entre estas instalaciones y su entorno. En cuanto al cierre perimetral, dadas sus dimensiones, parece insuficiente limitarse a ejecutar un cerramiento mediante una cerca metálica. Consideramos más apropiado apostar por un proyecto integral de adecuación medioambiental y paisajística mediante la reforestación del borde en una franja, lo suficientemente ancha que incorpore especies vegetales autóctonas de diverso porte (arbustos, árboles, etc.), empleando cerramientos cinegéticos que permitan la libre circulación de la fauna existente, etc. En los casos en los que se concentran varias plantas no se deben disponer de forma colindante, habilitando el trazado de corredores naturales.



Figura 7.36.-

Arriba, cercado perimetral adaptado a la orografía. Abajo, cerramiento sobre un talud que altera la orografía natural.



- Ruido: Las centrales solares pueden emitir ruido, más o menos molesto en función de su naturaleza, intensidad y emplazamiento, en diversas fases de su funcionamiento:

.- De forma común a las centrales solares, tanto fotovoltaicas como termosolares, constatamos la emisión de ruido durante las fases de construcción y desmantelamiento. Este tipo de ruido es inherente a cualquier obra de ejecución y, por tanto, con un grado de afección similar. La capacidad para mitigar la molestia que ocasiona reside, básicamente, en el establecimiento de jornadas laborales acordes con las actividades del entorno así como en una correcta praxis.

.- Durante la fase de funcionamiento, las centrales solares emiten ruido debido a las maniobras de los mecanismos de seguimiento de la posición del Sol. Si bien su nivel sonoro es limitado, se debe considerar la concentración de hasta centenares de unidades en algunas plantas. Sólo se puede mitigar mediante un correcto mantenimiento de los mecanismos.

.- También durante la fase de funcionamiento, aunque compartido con cualquier actividad generadora de electricidad que requiere su adecuación a las condiciones técnicas de la red, los transformadores y líneas eléctricas emiten un sonido característico. Debe su origen al campo magnético y es asimilable a una especie de zumbido. Se debe considerar el efecto derivado de la acumulación de numerosos transformadores.

.- Otra actividad generadora de ruido consiste en las tareas de limpieza de la superficie de los módulos fotovoltaicos o heliostatos. Se debe fundamentalmente al empleo de agua a presión o de otro tipo de maquinaria.

.- Por su parte, las centrales termosolares pueden emitir ruido a partir de ciertos procesos vinculados a la generación de electricidad. En este caso son más asimilables a las centrales térmicas convencionales y se deben a las turbinas, circulación de fluidos por los conductos, etc.

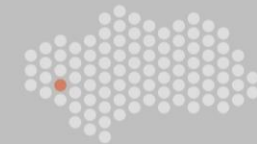
- Paisaje: La escasa altura de los elementos que conforman una central solar, a excepción de los modelos que cuentan con una torre, facilita la adopción de actuaciones en pos de su integración paisajística. En cualquier caso, la selección de emplazamientos, vuelve a resultar decisiva en esta materia. La torre, ante la imposibilidad de reducir su altura, suele ser concebida con un estudiado diseño que la convierte en un verdadero hito paisajístico. Las construcciones auxiliares y depósitos también pueden tener una notable incidencia visual tanto por sus dimensiones como por los materiales empleados. Los materiales y sistemas constructivos, de las edificaciones y de las vías de acceso y mantenimiento, pueden contribuir a la integración paisajística del conjunto. También debemos considerar el aspecto anteriormente apuntado de fragmentación del paisaje por saturación de centrales solares en el mismo ámbito territorial. Igualmente las instalaciones urbanas implican la incorporación de nuevos elementos a considerar. No obstante para profundizar en la materia, en la que confluyen aspectos objetivos y subjetivos, remitimos al capítulo siguiente en el que se abordarán los asuntos vinculados con el paisaje de manera específica.



Figura 7.37.-

Arriba, vista a distancia de una central de torre.

Abajo, vista a distancia de una central de CCP.



- Consumo de agua: Esta cuestión es especialmente sensible ya que debemos considerar la circunstancia que, por lo general, las áreas ricas en recurso solar no suelen disponer de recurso hídrico ilimitado. Las centrales solares emplean agua tanto para las turbinas de vapor y su enfriamiento (en este caso nos referimos exclusivamente a plantas termosolares) como para la limpieza de la superficie reflectante (para no perder rendimiento debido a la suciedad).

.- La periodicidad de la limpieza de los módulos dependerá de las condiciones ambientales del entorno de la central solar. La mayoría de los métodos de limpieza de los módulos, manuales o automáticos, precisan agua. La enorme superficie reflectante que encontramos en el campo solar, de una planta de gran tamaño, eleva extraordinariamente el consumo de agua. Entre los que precisan el trabajo de operarios nos referimos a los sistemas de agua a presión, rodillo o pértiga. Entre los automáticos nos referimos a los dispositivos de auto limpieza incorporados al panel o a los robots.

.- Uno de los aspectos más controvertidos de las centrales termosolares actuales tiene que ver con su considerable consumo de agua. Lo emplean para los distintos procesos productivos vinculados al ciclo de generación y para la limpieza de los heliostatos (ver punto anterior). El agua que se requiere para la caldera y el ciclo agua-vapor debe ser de gran pureza, por lo que se precisan sistemas de adecuación (filtración, desalación, desmineralización, etc.). Estos procesos se apoyan en una serie de elementos que implican una ocupación de terreno (balsas, tanques, bombas, depósitos, torres de refrigeración, etc.). Algunos estudios estiman²⁸ el consumo de agua de una planta termosolar en unos 11.400 m³/MW que equivalen, para una central tipo de 50 MW, al consumo de 3300 hogares. Aunque existen alternativas al enfriamiento húmedo, estas son más caras y además de no eliminar totalmente la necesidad de agua reducen considerablemente la eficiencia del sistema.

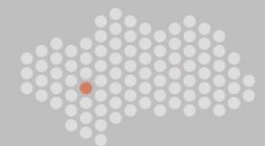
²⁸ SEGADOR VEGAS, Cosme, *Las centrales termosolares en Extremadura*, Agencia Extremeña de la Energía, Badajoz, julio 2009.

En la actualidad se están llevando a cabo numerosas investigaciones que tienen por objeto reducir el consumo de agua en los procesos de las plantas termosolares. Los discos parabólicos con motores Stirling son una tecnología termosolar que no precisa agua para la generación eléctrica, sin embargo su escasa rentabilidad le ha impedido una mayor implantación más allá de centros experimentales.

Uno de los aspectos vinculados a la demanda de agua de las centrales termosolares, con mayor impacto territorial, consiste en la necesidad de garantizar un abastecimiento seguro. Para ello, y dado que en la mayoría de las zonas en las que se implantan el recurso hídrico es limitado, se viene recurriendo a la construcción de balsas de agua (y otros sistemas de almacenaje) en el entorno de las plantas. En su conjunto, las balsas de agua suponen una importante ocupación del terreno que se añade al consumido por la propia planta termosolar. De modo análogo a lo que ocurre con el resto de actuaciones, la construcción de balsas de agua debe venir acompañada de medidas que mejoren su integración en los procesos naturales del entorno.



Figura 7.38.-
Balsa de agua de una instalación
termosolar.





Limpieza manual con cepillo.



Limpieza manual con agua a presión.



Limpieza automática con robot.



Limpieza con cepillo y agua a presión de CCP.



Limpieza con cepillo mecanizado.



Limpieza automática con robot.

Figura 7.39.-
Diversas modalidades de limpieza de los módulos solares.

- Residuos procedentes de los módulos solares: Cuando una central solar agota su vida útil se procede a su desmantelamiento. Algunos componentes de los módulos solares, en especial de los módulos fotovoltaicos (flúor y fósforo principalmente), son altamente tóxicos y requieren un reciclaje específico y cualificado. También tienen un alto grado de toxicidad determinados fluidos empleados por algunas tecnologías termosolares, en especial la de Concentradores Cilindro-Parabólicos, para la transferencia térmica.
- Accidentes en plantas solares: Durante la fase de construcción existe el peligro, propio de cualquier obra de ejecución, de registrar accidentes laborales²⁹. En la vida útil de las centrales solares, especialmente en las termosolares, concurren los riesgos propios de instalaciones industriales que trabajan a altas temperaturas³⁰.

²⁹ Ideal de Granada, 5 de Septiembre de 2009., se hacía eco de la muerte de un obrero en la construcción de la central Andasol III de Guadix (Granada).

³⁰ La Crónica de Badajoz, 7 de Noviembre de 2010, se hacía eco de un escape de vapor de agua y sal que ocasionaba seis heridos, dos de gravedad, en la central La Dehesa de la Garrovilla (Badajoz).

- Erosión: El daño que sufre el acabado superficial del terreno ocupado por una central solar se produce durante las fases de construcción y de desmantelamiento. La erosión está provocada por el movimiento de tierras originado por la construcción de carreteras y pistas, el enterramiento del cableado, la adecuación del campo solar, la cimentación de los soportes de los módulos solares y las torres de las líneas eléctricas y la construcción de edificaciones e instalaciones auxiliares. El mayor impacto se produce cuando se interviene sobre laderas o terrenos con pendientes, como en algunas centrales fotovoltaicas. Estamos ante un impacto subsanable desde una planificación adecuada. Por otra parte y ante la magnitud se deben estudiar las propiedades del suelo, trazado y perfiles transversales de los caminos, afección a las especies bióticas y cursos de agua, etc. Tras el desmantelamiento de la central se debe proceder a la restauración ambiental del emplazamiento a su estado original. En las figuras que mostramos a continuación, ver figuras de 7.66 a 7.22, podemos captar parte de la intervención que conlleva la adecuación de un emplazamiento solar.



Movimientos de tierra y ejecución de la torre.



Ejecución de canalizaciones.



Ejecución de la torre y del viario exterior.



Movimientos de tierra.



Ejecución de la cimentación de las hileras de CCP.



Movimientos de tierra y canalizaciones.

Figura 7.40.-
Ejecución de obras diversas en la plataforma solar de “Solucar”, Sanlúcar La Mayor (Sevilla).





Ejecución de la cimentación.



Explanación del campo solar.



Ejecución de la cimentación y canalizaciones.



Huerto fotovoltaico en funcionamiento.

Figura 7.41.-

Evolución de las obras de ejecución de un huerto fotovoltaico, entre junio de 2008 y abril de 2009, en el término municipal de Jerez de la Frontera (Cádiz).



- Contaminación lumínica: Sólo aplicable a las centrales termosolares de receptor central se precisa, debido a la elevada altura de la misma y por aplicación de normativa de seguridad aérea, el balizamiento lumínico de la torre. A diferencia de los parques eólicos, en las plantas termosolares de receptor central no se suelen concentrar un excesivo número de torres, por lo que no se ha detectado un nivel de molestia similar.

REFERENCIAS DE LAS FIGURAS :

Figura 7.1. (Arriba) Esquema y componentes de un sistema minieólico eléctrico aislado. (Abajo) Esquema y componentes de un sistema minieólico de bombeo de agua.

Fuente: <http://www.windeco.es>

Figura 7.2. Implantación territorial de parques eólicos en: (Arriba izquierda) Tarifa-Cádiz, (Abajo izquierda) El Granado-Huelva, (Arriba derecha) Tarifa-Cádiz, (Abajo derecha) Los Barrios-Cádiz.

Fuente: Elaboración propia a partir de Visor Google Earth 2012.

Figura 7.3. Principales componentes de ocupación territorial del parque eólico “Los Llanos”, Casares – Málaga.

Fuente: Elaboración propia a partir de Visor Google Earth 2012.

Figura 7.4. Elementos constitutivos del parque eólico “Los Llanos”, Casares – Málaga.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7.5. Esquema comparativo de los modelos de implantación más característicos de un parque terrestre ubicado en una loma, con forma orgánica adaptada al relieve, y un parque marino, con forma reticular.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7.6. Parque eólico marino de Thanet, Gran Bretaña.

Fuente: Vattenfall Group.

<http://www.vattenfall.co.uk/en/thanet-offshore-wind-farm.htm>

Figura 7.7. Incendio registrado en la turbina de un aerogenerador ante un temporal de viento en Escocia.

Fuente: Stuart McMahon, <http://www.telegraph.co.uk/>

Figura 7.8. Diversas fases de la construcción de un parque eólico en Medina Sidonia – Cádiz.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7.9. Diversas fases de la construcción de un parque eólico en Medina Sidonia – Cádiz.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7.10. Diversas fases de la construcción de un parque eólico en Medina Sidonia – Cádiz.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7.11. Efecto del Sol, sombras proyectadas, en un parque eólico de Tarifa (Cádiz).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7.12. Disposición y tipo de luminaria de señalamiento, en función de la altura, para aerogeneradores afectados por servidumbre aeronáutica.

Fuente: *Guía de señalamiento e iluminación de turbinas y parques eólicos*. Dirección de Seguridad de Aeropuertos y Navegación Aérea, Madrid, 2011, pp.15.

Figura 7.13. Instrumento de medición del viento.

Fuente: <http://aerogeneradores-energia-eolica.blogspot.com.es/>

Figura 7.14. Registro de colisiones de rapaces en parques eólicos de Tarifa (Cádiz).

Fuente: DE LUCAS, Manuela, F.E. JANSS, Guyonne, WHITFIELD, D.P., FERRER, Miguel, *Collision fatality of raptors in wind farms does not depend on raptor abundance*. Journal of Applied Ecology, London, 45- 2008, pp.1698.

Figura 7.15. Sistemas fotovoltaicos aislados.

Fuente: <http://www.soliclima.es/>

Figura 7.16. (Izquierda) Instalaciones solares térmicas de baja temperatura domésticas, Tarifa (Cádiz). (Derecha) Instalación solar térmica de baja temperatura de un edificio colectivo, Almería.

Fuente: (Izquierda) Elaboración propia. (Derecha) Cedita por Antonio J. González Gavira.

Figura 7.17 (Arriba) Fotovoltaica fija. (Abajo) Fotovoltaica con seguimiento a 2 ejes.

Fuente: (Arriba) <http://www.grupoortiz.com/> (Abajo) <http://www.proinso.net/>

Figura 7.18 (Izquierda arriba) Central fotovoltaica en un espacio libre de un entorno urbano. (Izquierda derecha) Central fotovoltaica sin seguimiento en un ámbito rural. (Derecha) Central fotovoltaica con seguimiento en un ámbito no urbano.

Fuente: Elaboración propia a partir de Visor Google Earth 2012.

Figura 7.19. Principales componentes de la central solar fotovoltaica de baja concentración sin seguimiento “TUSSAM”, Sevilla (Sevilla).

Fuente: Elaboración propia a partir de Visor Google Earth 2012 y <http://www.tussam.es/>.

Figura 7.20. Principales componentes de la central solar fotovoltaica de baja concentración sin seguimiento “TUSSAM”, Sevilla (Sevilla).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7.21. Transformación del suelo a partir de la implantación de una central solar fotovoltaica ubicada en Dos Hermanas (Sevilla). De izquierda a derecha, evolución del terreno desde su estado originario en 1956 hasta el estado actual pasando por la fase de obras.

Fuente: Elaboración propia a partir de Visor WMS Ortofoto de Andalucía de 1956, Google Earth 2012 y Ortofoto del SIGPAC - Dirección General del Catastro.

Figura 7.22. Principales componentes de ocupación territorial de la central solar fotovoltaica de baja concentración sin seguimiento “El Maestre”, Dos Hermanas (Sevilla).

Fuente: Elaboración propia a partir de Visor Google Earth 2012 y <http://www.sdr-energy.com/>.

Figura 7.23. Principales componentes de ocupación territorial de la central solar fotovoltaica de baja concentración sin seguimiento “El Maestre”, Dos Hermanas (Sevilla).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7.24. Principales componentes de ocupación territorial de la central solar fotovoltaica de baja concentración con seguimiento a dos ejes “El Copero”, Dos Hermanas (Sevilla).

Fuente: Elaboración propia a partir de Visor Google Earth 2012 y <http://www.emasesa.com/>.

Figura 7.25. Principales componentes de ocupación territorial de la central solar fotovoltaica de baja concentración con seguimiento a dos ejes “El Copero”, Dos Hermanas (Sevilla).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7.26 Arriba, central de receptor central en Sanlúcar La Mayor (Sevilla). Abajo, central de CCP en San José del Valle (Cádiz).

Fuente: (Arriba) <http://www.abengoa.es/> (Abajo) <http://www.torresolenergy.com/>.

Figura 7.27. Arriba, torre con receptor central de cavidad. Abajo, torre con receptor central externo.

Fuente: Elaboración propia a partir de Visor Google Earth 2012.

Figura 7.28. Principales elementos que materializan la ocupación territorial de la planta termosolar PS-20, de receptor central de cavidad. Sanlúcar la Mayor (Sevilla).

Fuente: Elaboración propia a partir de Visor Google Earth 2012 y <http://www.abengoa.es/>.

Figura 7.29. Principales elementos que materializan la ocupación territorial de la planta termosolar PS-20, de receptor central de cavidad. Sanlúcar la Mayor (Sevilla).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7.30. Principales elementos que materializan la ocupación territorial de la planta termosolar PS-20, de receptor central de cavidad. Sanlúcar la Mayor (Sevilla).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7.31. Principales elementos que materializan la ocupación territorial de la planta termosolar “Gemasolar”, de receptor central externo. Fuentes de Andalucía (Sevilla).

Fuente: Elaboración propia a partir de Visor Google Earth 2012 y <http://www.torresolenergy.com/>.

Figura 7.32. Principales elementos que materializan la ocupación territorial de la planta termosolar “Gemasolar”, de receptor central externo. Fuentes de Andalucía (Sevilla).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7.33. Principales elementos que materializan la ocupación territorial de la planta termosolar “Gemasolar”, de receptor central externo. Fuentes de Andalucía (Sevilla).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7.34. Principales elementos que materializan la ocupación territorial de la planta termosolar Solnova 4, concentradores cilindroparabólicos. Sanlúcar la Mayor (Sevilla).

Fuente: Elaboración propia a partir de Visor Google Earth 2012 y <http://www.abengoa.es/>.

Figura 7.35. Principales elementos que materializan la ocupación territorial de la planta termosolar Solnova 4, concentradores cilindroparabólicos. Sanlúcar la Mayor (Sevilla).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7.36. Arriba, cercado perimetral adaptado a la orografía. Abajo, cerramiento sobre un talud que altera la orografía natural.

Fuente: (Arriba) <http://www.abengoa.es/> (Abajo) Fuente: Elaboración propia.

Figura 7.37. Arriba, vista a distancia de una central de torre. Abajo, vista a distancia de una central de CCP.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7.38. Balsa de agua de una instalación termosolar.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7.39. Diversas modalidades de limpieza de los módulos solares.

Fuente: <http://ecoinventos.com/> , <http://www.massuccot.com/>, www.netegeslavall.com y <http://laitusolar.com/>

Figura 7.40. Ejecución de obras diversas en la plataforma solar de “Solucar”, Sanlúcar la Mayor (Sevilla).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7.41. Evolución de las obras de ejecución de un huerto fotovoltaico, entre junio de 2008 y abril de 2009, en el término municipal de Jerez de la Frontera (Cádiz).

Fuente: Elaboración propia.

8.- ENERGÍAS RENOVABLES. PAISAJE.....

8.1.- La cuestión del paisaje.

8.1.1 Consideraciones previas.

8.1.2 La representación del paisaje.

8.2.- Incidencia paisajística de las renovables.

8.2.1. Antecedentes.

8.2.1.1. Considerando la escala.

8.2.1.2. Herramientas actuales.

8.2.1.3. Paisaje rural versus urbano

8.2.2. El paisaje eólico.

8.2.2.1 Molinos en la memoria.

8.2.2.2 Particularidades.

- 8.2.2.2-1 Parques eólicos terrestres.
- 8.2.2.2-2 Parques eólicos marinos.

8.2.3. El paisaje solar.

8.2.3.1. Referencias solares.

8.2.3.2. Particularidades.

- 8.2.3.2-1 Centrales termosolares.
- 8.2.3.2-2 Huertos fotovoltaicos.
- 8.2.3.2-3 Instalaciones urbanas.

.- Referencia de las figuras.

8.- ENERGÍAS RENOVABLES. PAISAJE.....

La concepción del paisaje como producto de una percepción colectiva del territorio, integra tanto los valores materiales del soporte físico (topográficos, bióticos, antrópicos, etc.) como los que configuran nuestro entendimiento (culturales, intelectuales, etc.). La representación del paisaje a lo largo de la historia mediante poesías, composiciones musicales, pinturas, etc., constituye una referencia que registra las diferencias perceptivas experimentadas por el hombre. La figura de estos elementos artificializadores del territorio produce tensiones que superan los propios emplazamientos participando en la configuración visual del entorno. Buena parte de los efectos anteriores pueden ser controlados adoptando medidas específicas aunque fundamentalmente mediante una correcta selección de enclaves. A partir de la reciente proliferación de instalaciones renovables se registran posicionamientos enfrentados, de apoyo o rechazo, similares a los acontecidos en épocas anteriores. La concienciación ciudadana puede contribuir a su aceptación social tras un complejo proceso de asimilación colectiva.

8.1 LA CUESTIÓN DEL PAISAJE :

El paisaje es un concepto polisémico y de una gran complejidad que requiere un notable esfuerzo para ser conjugado sin cercenar su alcance. En la actualidad, la mayoría de los autores lo consideran indisolublemente vinculado al territorio en su globalidad y no como una simple extensión de terreno. El otro factor fundamental presente en su definición es el de la percepción o interpretación que cada individuo o colectivo tiene del paisaje. En este último aspecto debemos destacar que la evolución perceptiva de los grupos humanos aporta una dimensión temporal que no podemos obviar.

Por tanto podemos vislumbrar que buena parte de la complejidad que encierra el concepto de paisaje, se debe a la concurrencia de una serie de factores tanto objetivos como subjetivos que pueden variar con el paso del tiempo. En el presente capítulo trataremos de abordar estas cuestiones y como se ven reflejadas en la propia representación del paisaje. Y es que numerosos autores, de un amplio espectro de disciplinas, se han aproximado al paisaje mediante interpretaciones y/o representaciones que nos han legado un enorme conocimiento sobre la evolución de su percepción a lo largo de su historia.

En los orígenes esta aproximación responde a la admiración que produce el contacto con la belleza que atesora el medio natural. A medida que el hombre se va haciendo con el control de la naturaleza y sus recursos, las representaciones son más complejas y encierran algunas de las claves culturales de las distintas civilizaciones. En el mundo occidental, el antropocentrismo gana la partida a otros postulados sobre cuál debe ser el papel que debe adoptar el hombre frente a la naturaleza. De esta forma las representaciones trascienden a lo natural y comienzan a registrar las transformaciones humanas realizadas sobre el medio (cultivos, ciudades, infraestructuras, etc.).

La potencia que encierra la representación del paisaje, en la configuración de la identidad de los pueblos y como reflejo de la acción de los gobernantes, explica determinadas disfunciones entre lo evocado y lo real. Por lo general nos referimos a interpretaciones que aparecen idealizadas a partir de una serie de valores que son deudores de los paradigmas ideológicos dominantes en cada época y marco geográfico. El nivel de atención prestado al paisaje, desde sus representaciones a su propia configuración, es un claro indicativo del grado de sensibilidad y nivel de desarrollo cultural alcanzado por los distintos grupos humanos.

8.1.1. Consideraciones previas.....

La complejidad que encierra el término “paisaje” ya queda de manifiesto cuando contrastamos las propias definiciones del Diccionario de la Real Academia Española:

“1. Extensión de terreno que se ve desde un sitio”.

“2. Extensión de terreno considerada en su aspecto artístico.

“3. Pintura o dibujo que representa cierta extensión de terreno”.

Su importancia como elemento de identidad territorial y cultural ha sido asumida por la Convención Europea del Paisaje, que en su artículo primero lo define como:

“cualquier parte del territorio, tal como es percibida por las poblaciones, cuyo carácter resulta de la acción de factores naturales y / o humanos y de sus interrelaciones”¹.

¹ Convención Europea del Paisaje, aprobada por el comité de Ministros del Consejo de Europa el 19 de julio de 2000. Abierta a la firma en Florencia el 20 de octubre de 2000.

Algunos autores, tal y como sostiene Zoido, apuntan a que una de las principales aportaciones normativas de la Convención Europea del Paisaje:

“consiste en ampliar la consideración espacial del paisaje; desde una visión excepcionalista previa, referida exclusivamente a lugares y sitios muy singulares, se pasa a la totalidad del territorio”².

Este reconocimiento introduce un nuevo reto en las estrategias de ordenación territorial, que deberán hacer frente a una exigencia creciente de preservación de estos valores. Entre otras medidas específicas sobre el paisaje, el artículo sexto de la Convención, establece como objetivos: su identificación, análisis de características, estudio de dinámicas y seguimiento de transformaciones³.

² En “ZOIDO NARANJO, Florencio, *Hacia una estrategia general para la valoración de los paisajes andaluces*, en Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, Territorio y Patrimonio. *Los Paisajes Andaluces*, Granada, Comares, 2003”. Para profundizar en la materia consultar la obra *“Paisaje y ordenación del territorio*, Sevilla, Consejería de Obras Públicas y Transportes / Fundación Duques de Soria, 2002”.

³ En esta línea podemos destacar es esfuerzo que ha supuesto la publicación del *“Atlas de los paisajes de España*, Madrid, Ministerio de Medio Ambiente, 2004”.

Sin embargo, tal y como venimos manteniendo, en la consideración del paisaje como producto de la percepción social de un ámbito territorial cualquiera reside buena parte de la complejidad del trabajo con el mismo. Estamos ante una concepción del paisaje tanto de realidad material como de proceso mental. Por ello, en la formas que reconocemos del paisaje debemos distinguir entre lo que existe “per se” con independencia de la mirada y lo que surge con esta. A continuación establecemos algunas bases de estos dos componentes fundamentales del paisaje:

- La materialidad del espacio, que asimilamos a través de la pura captación sensorial de una porción de territorio y es susceptible de ser analizada en función de sus características geográficas, vegetales, sonoras, olfativas, faunísticas o de la propia acción humana, etc.
- El paisaje como producto de una mirada que puede configurar nuestro entendimiento por encima de los elementos percibidos. En esta intervienen preferencias individuales y colectivas, aspectos intelectuales y culturales, etc.

En el primer grupo incluimos, aparte del soporte físico, las huellas de los numerosos agentes (abióticos, bióticos y antrópicos) que van interviniendo de forma interactiva durante el transcurso del tiempo. Esta combinación dinámica de elementos genera trazos que son reconocibles sobre el terreno de manera objetiva, pero cuando son observadas por las poblaciones surgen interpretaciones que terminan de configurar nuestra percepción del paisaje.

En este punto algunas voces⁴ mantienen que el paisaje refleja el estado evolutivo de la sucesión ecológica humanizada, pero responde ante todo a la prioridad establecida por los paradigmas culturales. Por este motivo en la asimilación de nuevos paisajes no es tan importante la refiguración estética como el cambio de valores en la sociedad que conlleva una modificación en la percepción del paisaje. De todo esto, resulta que el paisaje está más vinculado a la cultura y forma de vida de una comunidad que puede decidir la construcción del mismo. Por tanto, la construcción del paisaje va unida a la forma de vida que se proponga una comunidad y a la energía necesaria para mantenerla.

⁴ “BERTRÁN CASTELLVI, Jordi, *Percepción / Transformación del Paisaje*. Jornadas sobre recursos eólicos, Medina Sidonia – Cádiz, marzo 2002”.

Las redes de infraestructuras se han ido tejiendo durante siglos apoyándose o generando líneas artificializadoras del paisaje que registran el territorio tal y como hoy lo conocemos. Todas las grandes revoluciones tecnológicas de la humanidad, a lo largo de la historia, han acarreado notables transformaciones paisajísticas a partir de la ejecución de obras públicas colosales. El resultado final de este proceso ha sido una paulatina e incesante imposición de las redes artificiales frente a las redes y tejidos naturales.

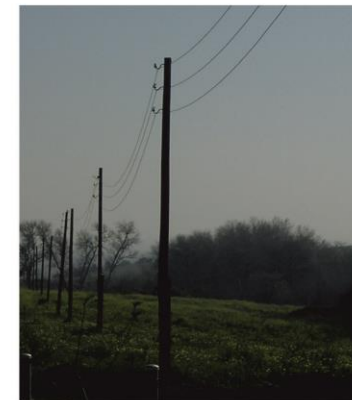
Hoy día estamos en condiciones de acometer la transformación del paisaje como un proyecto colectivo de calidad que sea reconocido por una sociedad en el que la ecología sea uno de sus principios. La colonización del territorio protagonizada por instalaciones renovables debe mostrar su necesaria compatibilidad con las redes ecológicas del medio natural. Podemos convenir que hay transformaciones del paisaje que son percibidas mayoritariamente como muy negativas, pero este punto no nos debe llevar a renunciar al proyecto. La complejidad y el desconocimiento sobre este tema hacen que se preste a la manipulación y resulte fácil adoptar posturas pasivas. La inacción ante los cambios continuos, al contrario de lo que parece, es una forma decidida de transformación descontrolada del paisaje.



● Faro romano.



● Acueducto romano.

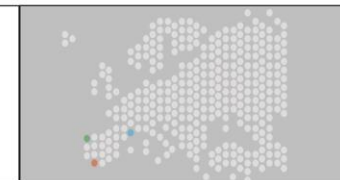


● Tendido eléctrico.



● Tendido eléctrico.

Figura 8.1.-
Infraestructuras en distintos
contextos históricos.



Algunos urbanistas⁵, defienden que es preciso integrar creativamente la arquitectura con la naturaleza desde la cultura de la sostenibilidad. La rotundidad que supone trabajar con la idea del paisaje precisa adquirir nuevas dimensiones para traspasar los límites, difuminar siluetas y volver a trazar los perfiles de lo que ahora se entiende como arquitectura. Surge así la “necesidad o propuesta de fundir lo artificial y lo natural”⁶ como fundamento teórico de la arquitectura. Este sería el primer paso para proyectar el territorio desde un nuevo modelo de referencia hasta ahora inédito.

Esta concepción integradora del paisaje, que lo convierte en un punto de encuentro en el cual “...siglos de historia, de afanes y trabajos, sueño y pensamiento, han hecho del medio natural paisaje de cultura...”⁷, ha sido reconocida internacionalmente por la UNESCO mediante la creación de la figura de “paisaje cultural”.

⁵ “GAUSA, Manuel, *Doblant espais i temps*, IaaC, Institut d’arquitectura avançada de Catalunya, *geoCat: territorios enlazados*, Barcelona, Actar, 2004”.

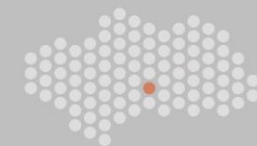
⁶ “SOUTO DE MOURA, Eduardo, *Entrevista* en 2G Revista Internacional de Arquitectura, número 5, Barcelona, Gustavo Gilli, SA, 1998”.

⁷Tal y como vislumbrara Manuel de Terán hace medio siglo, en la introducción de “TERÁN ÁLVAREZ, Manuel, *Geografía de España y Portugal*. 5 Vols., Barcelona, Montaner y Simón, 1958”.



Figura 8.2.-

Imagen que capta el movimiento de un parque eólico, subrayando la complejidad inherente a temas como la percepción del paisaje y su transformación.



8.1.2. La representación del paisaje.....

El reconocimiento y representación del paisaje a lo largo de la historia, como percepción colectiva del territorio y la naturaleza, ha ido conformando una especie de “memoria evolutiva” que nos permite reconocer la relación emotiva establecida entre el hombre y el medio en cada época. Hablamos de vínculo emotivo debido a que este es anterior al alumbramiento de la idea de paisaje, por lo que en sus albores simplemente atestigua la admiración que suscita en el hombre su contacto con la naturaleza. Subrayamos el término “memoria evolutiva” ya que debemos considerar las diferencias perceptivas, que un determinado elemento del paisaje ha generado en los individuos, según el devenir del tiempo. De esta forma mediante el estudio de los distintos estratos, compuestos por la interacción entre la percepción social del medio y el factor tiempo, realizamos un recorrido de esta relación desde sus orígenes hasta la actualidad. Esta andadura comienza⁸ a partir de poesías orientales, adscritas al marco cultural del taoísmo y confucionismo en China, que ya en el siglo V vinculan lo espiritual con un paisaje liberado de su forma física.

⁸ Especialmente importante al respecto constituye la obra del Geógrafo Orientalista francés Augustin Berque, consultar “BERQUE, A, *En el origen del paisaje*, Revista de Occidente 187, 1997”.

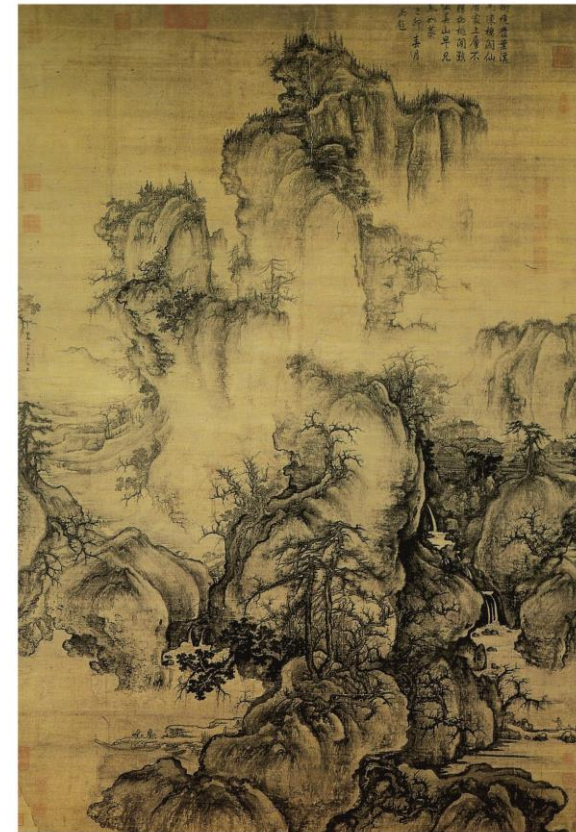


Figura 8.3.-
El nacimiento de la primavera, dinastía Song del Norte. Atribuido a Guo Xi, hacia 1072. Museo Nacional del Palacio, Taipei (Taiwan).

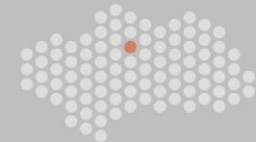
Los pintores chinos, a partir del siglo XII, siguen las indicaciones de poetas que instan a los creadores a desprenderse de las formas exteriores en beneficio de la búsqueda de la esencia de la naturaleza. En algunos momentos de nuestro pasado la importancia que se otorgó a esta interrelación hombre–naturaleza fue excepcional.

Podemos destacar como el paisaje en la cultura árabe clásica adquiere connotaciones religiosas a partir de citas del propio Corán. En esta línea destacamos la aportación que supone la publicación de la obra *Paisaje y naturaleza en Al-Andalus*⁹, que recoge la sensibilidad paisajística de esta civilización. Las extraordinarias poesías andalusíes abarcan naturaleza y jardines, referencias al paraíso y al agua, a los fenómenos meteorológicos y a la luz; y en todo momento se intuye la presencia del hombre. Los cronistas andalusíes reflejaron abundantes descripciones geográficas y evocaciones sobre una naturaleza idealizada, probablemente siguiendo indicaciones políticas, por su prosperidad. Las huellas sobre el terreno se manifiestan mediante la construcción de huertos, jardines y palacios impregnados de naturaleza que requieren de obras hidráulicas para su mantenimiento.

⁹ “*Paisaje y naturaleza en Al-Andalus*, Granada, Consejería de Cultura / Fundación El Legado Andalusi, 2004”.



Figura 8.4.-
Tablero de mármol que
representa el "Hom" o árbol de la
vida, siglo X, Medina Azahara
(Córdoba).



Por otra parte en épocas de grandes transformaciones¹⁰, (roturaciones cistercienses en el medievo, renacimiento italiano o revolución francesa) las cuestiones paisajísticas formaron parte de los debates referentes a los problemas sociales, económicos y culturales. Por ejemplo en el París de finales del siglo XVII, las élites urbanas se dedicaron a remodelar el paisaje como demostración de poder. Los ríos se convierten en canales, se desplazan colinas, se colman estanques y se plantan bosques transformando el campo en una geografía estilizada para disfrutar del “*placer soberbio de forzar a la naturaleza*”.¹¹

El paisajismo como género propio de la pintura occidental tiene en la obra de Claudio de Lorena a uno de sus principales artífices. Este pintor francés afincado en Roma durante el siglo XVII, que pronto contaría con seguidores en el resto del continente, fue influido por miembros del “naturalismo tenebrista”.

¹⁰ Consultar los estudios de Régis Ambroise en “AMBROISE, Régis, *“Paisaje y Agricultura: Un Proyecto Nuevo”*, en *Paisaje y ordenación del territorio*, Sevilla, Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía, / Fundación Duques de Soria, 2002, pp. 230 – 237”.

¹¹ CASTEX, Jean, *Renacimiento, Barroco y Clasicismo. Historia de la arquitectura, 1420-1720*, Torrejón de Ardoz, Akal Arquitectura, 1994, pp.326-329.



Figura 8.5.-

"Paisaje con el embarco en Ostia de Santa Paula Romana", Claude Gellée (Claudio de Lorena), siglo XVII, Museo del Prado, Madrid, España.

Inicialmente centra su atención en los elementos “pintorescos” del paisaje, que son aquellos dignos de pintarse al reflejar formas caracterizadas y humanizadoras del mismo. Velázquez, cuando acude a Italia para seguir su aprendizaje, adquiere numerosas obras para gestar la colección paisajista¹² más antigua de Europa en el Buen Retiro. Entre las obras destaca la de Claudio de Lorena “Paisaje con el embarco en Ostia de Santa Paula Romana”. En ella aparecen arquitecturas de fantasía en el puerto de Ostia con tholos, árboles, embarcaciones, escalinatas, etc.

El propio Velázquez sólo pintaría tres paisajes, dos de los cuales los realizó sin encargo alguno y exclusivamente como estudios o para su disfrute personal. Estos últimos realizados en la “Villa Medici” de Roma se titulan: “*Vista del jardín de la Villa Medici de Roma con la estatua de Ariadna*” y “*Vista del jardín de la Villa Medici*”. Ambos se caracterizan por su intimismo y empleo de la ruina como elemento romántico del paisaje, han sido considerados como las mejores obras paisajistas jamás firmadas.

¹² Esta da origen a las denominadas “galerías de paisajes” que se hacen imprescindibles en las pinacotecas desde entonces. Siguiendo el modelo, en Sevilla se conforma la del Palacio Arzobispal con las recreaciones de paisajes bíblicos.

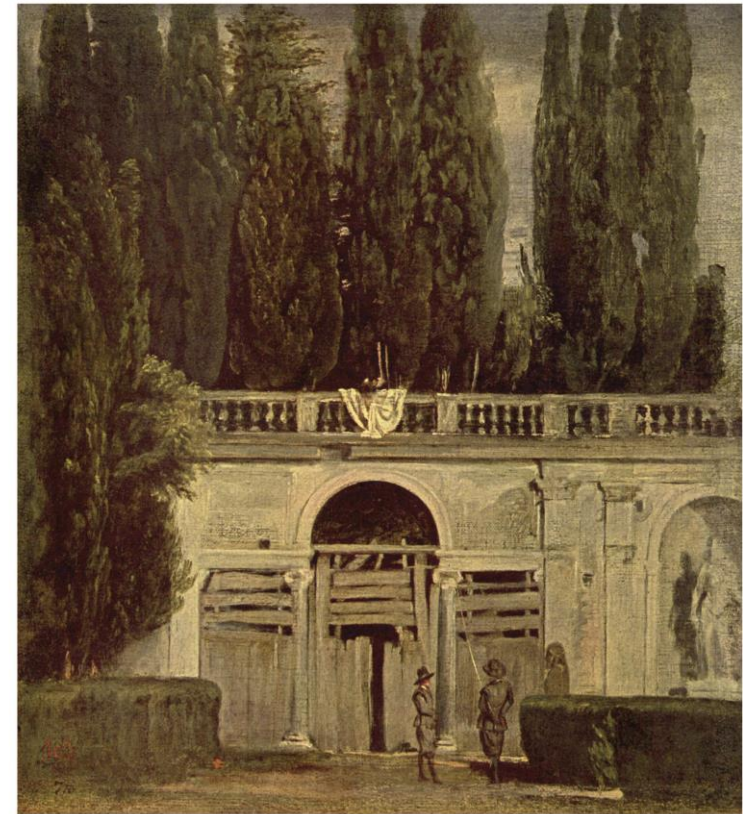


Figura 8.6.-

“Vista del jardín de la Villa Medici”, Diego Velázquez, siglo XVII, Museo del Prado, Madrid, España.

Durante el siglo XVII se consolidan las bases de un paisajismo que corrige la naturaleza para embellecerla. Además de la elección del punto de vista, vital debido a la síntesis que realiza el pintor ante la naturaleza, las características de esta corrección paisajística son:

- Armonía y composición pictórica.
- Representación de una naturaleza estática.

Se extiende el gusto entre la aristocracia, británica fundamentalmente, por un coleccionismo materializado en viajes con inicio en Francia que continúan por Venecia y Roma para terminar en Constantinopla. Destacará la obra de Piranesi, (arquitecto, grabador y coleccionista) por su gran influencia en la arquitectura palaciega y de jardines. Los aristócratas británicos del siglo XIX no se conforman con los cuadros y pasan a la acción construyéndose “jardines paisajísticos” en Inglaterra. Aquí nace el primer “paisajismo arquitectónico” que conocemos y se caracteriza por su artificialidad (se inventan ríos, ruinas, villas, puentes, montes etc.). Sin embargo y coincidiendo con la implantación del movimiento científico, los valores que cimientan la sensibilidad paisajística van quedando apartados en occidente ante el auge del productivismo.



Figura 8.7.-
Grabados de la obra “Le Antichità Romane”,
Giovanni Battista Piranesi, siglo XVIII, Roma,
Italia.

Como excepción destacamos la oposición a este movimiento desde el romanticismo, que pronto dejará su impronta en las artes europeas. La notable influencia de los viajeros, ilustrados en un primer momento y románticos posteriormente, en las artes (literatura, pintura, música etc.) ha sido ha sido objeto de numerosos estudios y publicaciones¹³. Los escritores románticos a través de sus obras, que relatan y describen con pasión los paisajes que encuentran, han contribuido decisivamente a la configuración de la imagen del paisaje de numerosos países.

De entre todos destaca Andalucía, dada la fascinación que sus habitantes, ciudades, monumentos y parajes suscitaron entre autores como Owen Jones, David Robert, Eduard Gerhardt o Lewis. Sus relatos y evocaciones románticas, repletos de estereotipos, están impregnados por el exotismo o el orientalismo. La trascendencia de esta visión sobre nuestra tierra ha trascendido del ámbito artístico (relatos, grabados, cuadros, óperas etc.), para instalarse en el imaginario colectivo y desdibujar los propios rasgos identitarios de Andalucía.

¹³ Como “Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, *Territorio y Patrimonio. Los Paisajes Andaluces*, Granada, Comares, 2003” y “ORTEGA CANTERO, Nicolás, *La imagen literaria del paisaje*, en *España Atlas de los paisajes de España*, Madrid, Ministerio de Medio Ambiente, 2004”.

José Manuel Caballero Bonald sintetiza este fenómeno al exponer que:

“La imagen de Andalucía se afianza como un producto de exportación amalgamado con todos los falsos ornamentos del pintoresquismo decimonónico”¹⁴.

Sin embargo, como indica Vázquez Medel “es bien conocido el hecho de que la percepción de Andalucía es distinta desde una mirada interior o desde una mirada exterior”¹⁵. Este aspecto se puede contrastar gracias a la obra de artistas andaluces de la talla de Góngora, Juan Ramón Jiménez, Machado, Lorca, Cernuda, Alberti etc., para cuyo estudio remitimos a la extensa bibliografía publicada al respecto. Concluiremos señalando como la poderosa influencia de ambas visiones de la realidad andaluza, la exterior frente a la interior, ha generado un conflicto de identidad que aún seguimos arrastrando hoy en día y en el que a menudo persiste la imposición de los tópicos más recurrentes.

¹⁴ “CABALLERO BONALD, José Manuel, *Andalucía*, Barcelona, Lunwerg Editores, 1989, pp. 24”.

¹⁵ “VÁZQUEZ MEDEL, Manuel Ángel, *La imagen de Andalucía en el espacio literario*, en Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, *Territorio y Patrimonio. Los Paisajes Andaluces*, Granada, Comares, 2003, pp. 186”.



Figura 8.8.-

(Izquierda) “La Torre del Oro”, David Roberts, siglo XIX, Museo del Prado, Madrid, España.

(Derecha) “El Castillo de Alcalá de Guadaira”, David Roberts, siglo XIX, Museo del Prado, Madrid, España.

8.2 INCIDENCIA PAISAJÍSTICA DE LAS RENOVABLES :

La implantación de instalaciones de energías renovables sobre el territorio, al igual que sucede con el desarrollo de cualquier otra actividad humana, tiene incidencia sobre el paisaje original. El impacto paisajístico de este tipo de instalaciones energéticas es una de sus afecciones más contestadas y, probablemente, de las menos estudiadas en profundidad. Su estudio implica el análisis de factores tanto objetivos como subjetivos, estos últimos vinculados fundamentalmente a la percepción social de las poblaciones del entorno.

La complejidad de la materia que pretendemos abordar exige determinar con carácter previo el alcance del estudio. En función de la escala territorial (región, comarca o lugar), la metodología a seguir varía sustancialmente. Las herramientas disponibles para el trabajo con el paisaje, han evolucionado sobremedida en los últimos años, también deben seleccionarse una vez definida la escala adoptada. Contamos con novedosos instrumentos vinculados a las nuevas tecnologías que permiten incorporar tantos elementos como sean precisos, lo que permite afinar las soluciones, en función del alcance del estudio. Igualmente abren nuevas formas de participación que acercan el manejo del paisaje a la ciudadanía.

Una correcta selección de emplazamientos, de ahí la importancia de la planificación, minimiza la incidencia paisajística de cualquier instalación renovable. Resulta fundamental el análisis minucioso de todos los atributos que concurren en los enclaves potenciales. Las limitaciones de recurso y legales, ante la superposición de actividades, han desplazado hacia las áreas rurales la mayor parte de las instalaciones renovables. Por ello, el paisaje rural deberá ser objeto de estudio preferente. No obstante, en la medida que las soluciones renovables están garantizando la funcionalidad del tejido urbano, su irrupción en las áreas urbanas no ha hecho más que comenzar.

No debemos obviar la importancia de las referencias culturales, debido al papel que desempeñan en la configuración de la percepción colectiva, que han marcado la relación entre los ciudadanos y las energías renovables. Finalmente, el estudio de las particularidades paisajísticas de la implantación de este tipo de infraestructuras recomienda el establecimiento de una estructura clara. Por una parte se deben considerar una serie de aspectos de corte más teórico que deben ser contrastados sobre el terreno con casos reales. En las instalaciones analizadas podemos detectar como las cuestiones paisajísticas no han recibido la misma atención que las productivistas.

8.2.1. Antecedentes.....

8.2.1.1. Considerando la escala.

Abordar la incidencia paisajística de las instalaciones de energías renovables requiere el establecimiento previo de un marco de trabajo que permita acotar y homogeneizar resultados. Y es que, como hemos apuntado con anterioridad, en el paisaje confluye una amalgama de elementos que participan en su configuración como espacio físico y percibido. Obviar este punto de partida implicaría manejar una casuística tan amplia que dificultaría enormemente la gestión de los recursos paisajísticos.

Al ya amplio abanico de formalización territorial de las energías renovables, tan extenso como necesidades de abastecimiento energético y soluciones dispuestas, debemos incorporar los múltiples aspectos que conforman el soporte físico de las mismas. Buena parte de los mismos aparecen moldeados o condicionados por la superposición de otras actividades humanas con las que se debe armonizar cualquier intervención. En este punto debemos reiterar la complejidad que conlleva el manejo del paisaje en la ordenación del territorio.

Buena parte de las limitaciones evidenciadas en las experiencias de gestión territorial, a diversas escalas, proceden de la incapacidad para encajar el paisaje en la ordenación del territorio. En este punto Zoido sostiene que:

“En el análisis y la comprensión del territorio, y de los procesos que lo transforman, la consideración sistemática del paisaje puede aportar un método y unos conocimientos complementarios a una práctica que todavía adolece de insuficiencias teóricas y metodológicas”¹⁶.

Por todo ello, consideramos que la adopción de una metodología de trabajo con el paisaje debe partir del establecimiento de una serie de parámetros básicos. Buena parte de los mismos, y en consecuencia los resultados de su estudio, vienen determinados por la escala adoptada. Y es que la escala territorial con la que se aborda el estudio de paisaje permite acotar el marco de referencia así como definir el alcance de su estudio.

¹⁶ “ZOIDO NARANJO, Florencio, *Paisaje y ordenación territorial en ámbitos mediterráneos, Jornadas sobre el paisaje mediterráneo: opciones de multifuncionalidad*, Valencia, 2006”.

Algunos autores¹⁷ abordan la cuestión de la escala del paisaje distinguiendo entre región, comarca o lugar:

- La incorporación del paisaje al planeamiento, a todas las escalas, continúa siendo una de las tareas pendientes de la disciplina urbanística. En el ámbito de la **planificación regional** esta carencia, salvo escasas excepciones, resulta aún más evidente. La consecuencia más notable ha sido la constatación de la incapacidad del planeamiento para revertir el proceso de paulatino empobrecimiento de nuestros paisajes. Una política paisajística de excelencia implica la puesta en marcha de acciones, programas, estrategias, etc., así como su vinculación efectiva al planeamiento urbano y territorial. Y es que la implantación de infraestructuras renovables aparece vinculada, en las instalaciones de mayor potencia, a redes sobre las que se apoyan y vierten su producción. Por ello la planificación regional debe asumir las consecuencias sobre el paisaje de sus determinaciones.

¹⁷ “RIESGO CHUECA, Pascual, GÓMEZ ZOTANO, José, ÁLVAREZ SALA, Damián, *Región, comarca, lugar: escalas de referencia en la metodología del paisaje. Cuadernos Geográficos*, Universidad de Granada, nº 43 (2008-2), pp. 227-255”.

En cualquier caso nos referimos a líneas de trabajo cuyos resultados no se obtienen en el corto plazo. En el campo de las energías renovables este aspecto resulta esencial para preservar el equilibrio territorial, evitando la saturación de áreas, mediante una correcta distribución de infraestructuras.

- La **escala comarcal** o subregional constituye una de las claves de la ordenación del territorio, en tanto que permite articular las distintas figuras de planeamiento urbanístico local en un ámbito geográfico claramente identificable. Esta prevalencia normativa favorece una concepción integral del territorio atendiendo a su especificidad (franja litoral, reservas naturales, áreas metropolitanas, etc.) con independencia de las limitaciones derivadas del reparto competencial entre administraciones. La planificación a escala subregional permite abordar las dinámicas de ámbitos territoriales sobre los que podemos establecer con precisión diferentes tipologías paisajísticas. La mayoría de los métodos de manejo del paisaje, a esta escala, aportan propuestas de intervención fundamentadas en una identificación y cualificación previa de los recursos paisajísticos.

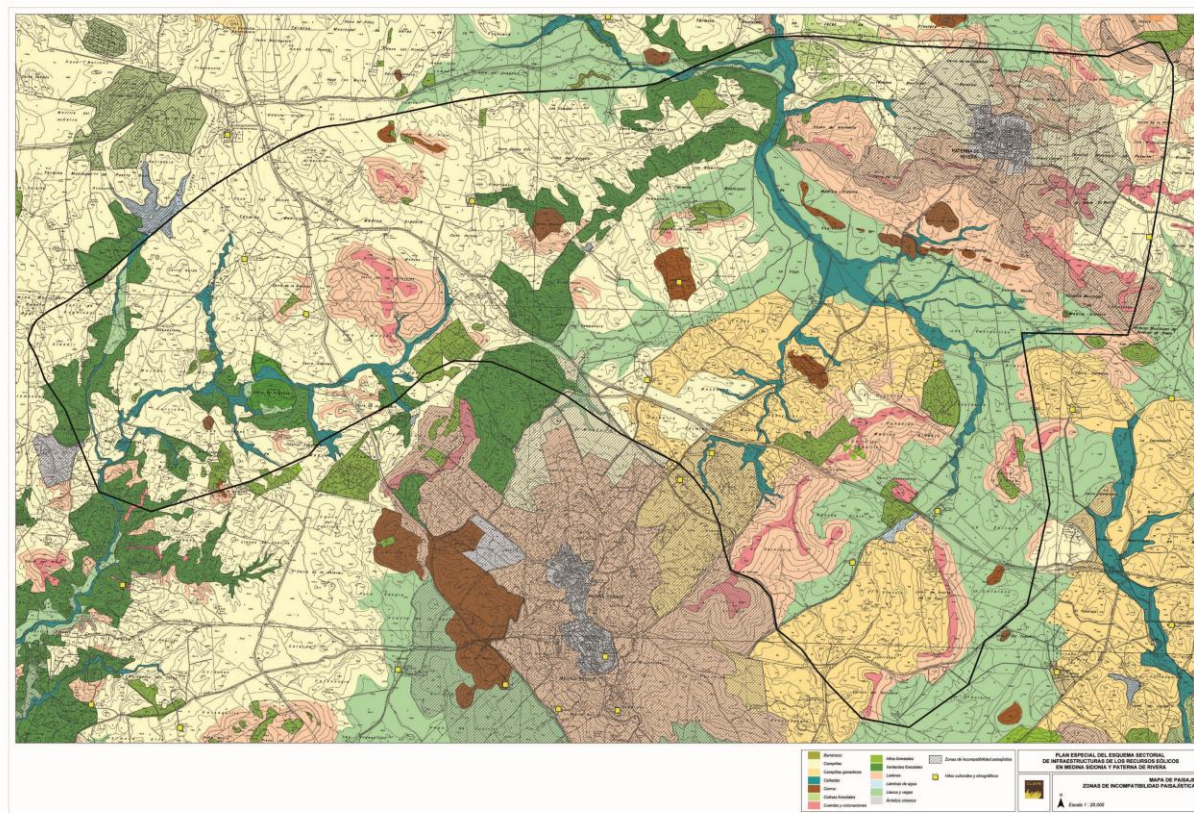
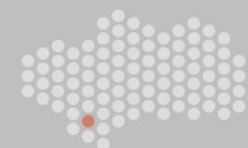


Figura 8.9.-
Mapa de Paisaje con las Zonas de Incompatibilidad paisajística del Plan Especial del Esquema Sectorial de Infraestructuras de los Recursos Eólicos en Medina Sidonia y Paterna de Ribera, perteneciente a la comarca de La Janda (Cádiz).



En el campo de las energías renovables contamos con experiencias cercanas que han tratado, desde la escala comarcal, su incidencia paisajística. Probablemente la referencia más cercana, tanto por su proximidad geográfica como por su contenido, la encontramos en la comarca gaditana de La Janda. Esta comarca, dada la presencia de abundante recurso eólico e infraestructuras de evacuación eléctricas, ha sido objeto de una fuerte demanda por parte del sector eólico. La concurrencia de notables valores paisajísticos y su posición limítrofe con Tarifa, con la experiencia obtenida a partir de la instalación de los primeros grupos de aerogeneradores, hacían recomendable un despliegue ordenado de parques eólicos. A tal efecto se acordó la redacción de un Plan Especial¹⁸ cuyo principal objetivo era ordenar el desarrollo de las instalaciones eólicas en La Janda. La dimensión del paisaje se abordó mediante la confección de documentos de “Análisis del Paisaje” integrados en los Esquemas Sectoriales de Programación de los proyectos de parques eólicos de la comarca.

¹⁸ Plan Especial Supramunicipal de Ordenación de Infraestructuras de los Recursos Eólicos en la Comarca de La Janda – Cádiz, Marzo 2003.

Los referidos documentos de “Análisis del Paisaje”¹⁹, estudian los recursos paisajísticos y permiten la obtención de Mapas de Paisaje a partir de la realización de un inventario que:

- .- Determina los recursos del paisaje: unidades, singularidades e hitos.
- .- Recoge la estructura visual del territorio en un mapa de “estructura del paisaje” que jerarquiza los elementos más visibles y analiza las características de las cuencas visuales.
- .- Determina como se visualiza el paisaje desde los núcleos e itinerarios más frecuentados y desde los puntos que facilitan la obtención de vistas panorámicas. De esta forma se obtiene el sistema de relaciones visuales.
- .- Delimita zonas de sensibilidad paisajística tras evaluar la capacidad de acogida del paisaje, según su fragilidad, a las instalaciones eólicas planteadas.

¹⁹ Elaborados por la consultora AT CLAVE, <http://www.atclave.es/>.

Tras el inventariado paisajístico los documentos de “Análisis del Paisaje”, proceden a aportar criterios técnicos de ordenación del paisaje y apuntan determinadas características constructivas que deben observar los parques eólicos para su integración paisajística más idónea. Así, se definen zonas de incompatibilidad paisajística con el uso eólico, aunque susceptibles de albergar actuaciones auxiliares (viario, líneas de evacuación eléctrica, etc.) de bajo impacto. Igualmente se establecen algunos criterios que afectan a la construcción de los parques eólicos, y que se adaptarán a las condiciones propias de cada emplazamiento y la unidad de paisaje en la que se integra.

En La Janda la fuerte presencia de actividades agropecuarias, perceptible incluso en áreas forestales, determina buena parte de las características paisajísticas que aparecen en las unidades de paisaje más identificables de la comarca (colinas forestales, colinas ganaderas, campiñas agrícolas, campiñas ganaderas, vegas y llanos, etc.).

Finalmente los estudios del paisaje se completan con la simulación de vistas en perspectivas diversas de los aerogeneradores en sus emplazamientos y con el tratamiento de forma y color que tienen en el proyecto. Las simulaciones de paisaje²⁰ representan una magnífica herramienta para el fomento de la participación ciudadana²¹. Con este fin, se confeccionan planos del Ámbito de Visualización, que ubican los vectores de imagen para visualizaciones simuladas, y la posición de los aerogeneradores en el parque eólico. Estas simulaciones presentan vistas desde los núcleos urbanos más próximos y desde los itinerarios principales. Contienen una imagen panorámica del estado previo, levantamiento MDT (Modelo Digital del Terreno) sobre mapa topográfico y el montaje final con los aerogeneradores. La representación tiene la misma escala en todas las dimensiones y con suficiente nivel de definición de imagen como para simular la realidad con el proyecto que se pretende ejecutar.

²⁰ A pesar de que las simulaciones de vistas son más propias del trabajo a escala local, las hemos incorporado en el presente epígrafe al objeto de no alterar el contenido de los documentos de análisis del paisaje referenciados.

²¹ Ver punto “8.2.1.2. Herramientas actuales”.



Esquema gráfico que resume los trabajos de desarrollo de las simulaciones en 3D..

Arriba.- Visión del ESP 5 desde el núcleo de Paterna de Rivera.

Fotomontaje panorámico tomado desde la zona más allá de Paterna de Rivera hacia la Sierra del Valle (ESP 5). La selección del emplazamiento se realiza en función del potencial panorámico del punto, y su representatividad dentro del paisaje.



Centro.- Imagen 3D.

Imagen 3D levantada con el Modelo Digital del Terreno a escala 1:10.000 y los aerogeneradores de baja calidad, calibrada en función de las coordenadas del punto de toma de la fotografía, y las coordenadas de referencia localizadas para la imagen.

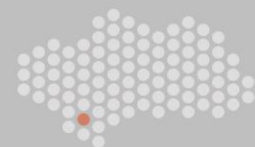


Abajo.- Simulación 3D.

Simulación 3D fotorrealista donde se sustituyen los aerogeneradores de baja calidad por los cuatro modelos de aerogeneradores empleados en el trabajo. Posteriormente, la imagen se trata de forma que los aerogeneradores ocultos por edificaciones, postes, tendidos, etc., queden apantallados por estos elementos no incluidos en el Modelo Digital del Terreno.

Figura 8.10.-

Simulación del impacto paisajístico de un proyecto de parque eólico en La Janda.



- La última de las escalas de trabajo con el paisaje nos acerca al concepto de lugar. La **escala local** del paisaje es la que conlleva una mayor implicación proyectual debido a que los patrones metodológicos, válidos hasta cierta escala, se van difuminando ante la contundencia de una realidad material en cada enclave repleta de singularidades. Se trata de una escala que nos enfrenta, en ocasiones dramáticamente, al resultado del manejo del paisaje en las últimas décadas. A pesar de la frecuente preponderancia del estrato antropológico sobre la base natural, esta última continúa aportando elementos característicos que deben ser convenientemente interpretados.

Se puede convenir que estamos ante una escala en la que resulta especialmente necesaria, a pesar de la frecuencia con que se omite, la aportación del conocimiento y enfoque disciplinario de la arquitectura. La similitud de la intervención en esta escala del paisaje con el proyecto urbano, obviando lecturas rígidas, requiere discursos proyectuales coherentes entre los valores paisajísticos presentes en el enclave y el resultado final de la intervención.

Como venimos desarrollando, la escala local está protagonizada por el encuentro entre lo artificial y las condiciones naturales del lugar²² (topografía, textura natural del soporte, tipo de suelo, vegetación, agua, vientos dominantes, orientación solar e iluminación natural, sonido, olores, humedad relativa, etc.). A modo de síntesis aplicada a la implantación de las energías renovables, de lo contrario la casuística sería inabordable, podemos indicar que los emplazamientos más habituales son²³:

- .- Colinas forestales.
- .- Colinas ganaderas.
- .- Laderas de campiñas (con pendientes de diverso porcentaje).
- .- Cerros y cabezos de campiñas.
- .- Crestas (cuerdas y coronaciones) de campiñas.
- .- Cañadas y cauces.
- .- Llanos y vegas.
- .- Entornos urbanos.
- .- Emplazamientos offshore.

²² No pocos autores han teorizado brillantemente sobre el *genius loci*.

²³ Ver los apartados de particularidades, aplicados de forma concreta al paisaje eólico y al paisaje solar, del presente capítulo.

8.2.1.2. Herramientas actuales.

Una vez estudiado el concepto de paisaje, y constatado cómo ha evolucionado la percepción humana sobre el mismo tras realizar un seguimiento a su representación a lo largo de la historia, analizaremos algunas de las herramientas de las que disponemos en la actualidad. La ciencia del paisaje requiere la consideración de múltiples factores que condicionan su configuración final. En los últimos años, a partir del desarrollo de aplicaciones geográficas a las nuevas tecnologías de la información, contamos con instrumentos de gran practicidad que permiten cubrir buena parte del amplio espectro anteriormente citado. Nos referimos a los sistemas de información geográfico, la reproducción de modelos virtuales, el establecimiento de nuevos cauces de participación, etc.

Los sistemas de información geográfica representan una herramienta digital capacitada para integrar cuantos elementos y componentes fundamentales sean precisos en función de la escala y alcance del trabajo. Resulta esencial, al objeto de dar validez a las conclusiones del modelo digital, contrastar mediante visitas y tomas de datos reales que las bases y fuentes de información empleadas son correctas y están actualizadas.

Y es que una nueva dimensión temporal²⁴, en contraste con las obsoletas y rígidas referencias a periodos y plazos establecidas en el marco legal para las distintas figuras de planeamiento, puede ser una de las mayores contribuciones de las nuevas tecnologías al mundo del planeamiento en general y a la ciencia del paisaje en particular.

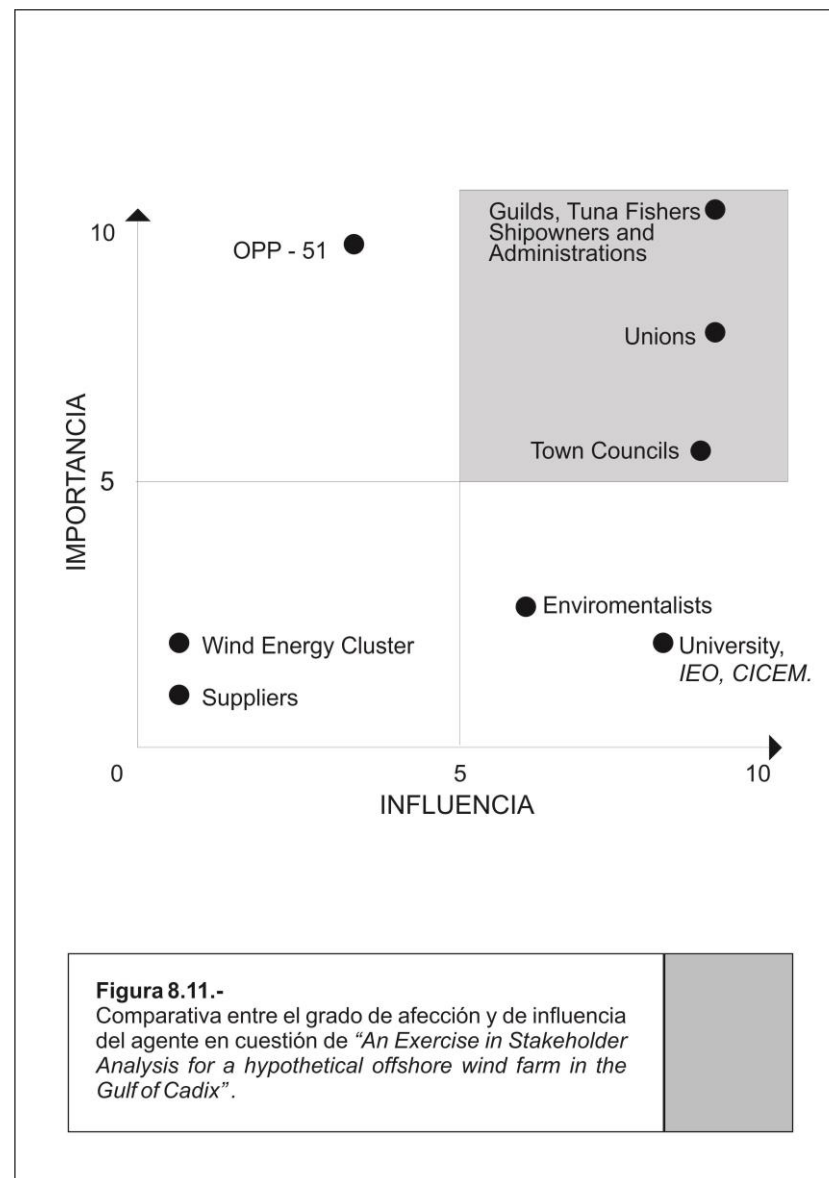
Existe un amplio abanico de instrumentos y herramientas digitales²⁵, tanto libres como sujetos a licencia comercial, a disposición del trabajo con el territorio y paisaje. Por otra parte, la implantación de energías renovables, así como sus infraestructuras de transporte y transformación de energía, tiene una serie de particularidades que requieren un estudio específico al objeto de evitar una proliferación desordenada de las mismas. Para ello es vital evaluar el paisaje en relación a su capacidad de acogida de instalaciones renovables, siendo las principales limitaciones que se aplican las que tratan de preservar el medio ambiente y el paisaje. Los modelos virtuales del paisaje permiten acercar a la ciudadanía, por lo general profana en la materia, al estado final de la intervención.

²⁴ Que permita establecer la vigencia del planeamiento en función de la evolución real del territorio a partir de la información facilitada por múltiples indicadores territoriales (medioambientales, paisaje, etc.).

²⁵ ArcCatalog, ArcScene, ArcMap, Idrisi, ArcView, ArcGIS, uDIG, Open Jump, GvSIG, PostGIS, QGIS, etc.

Y es que, uno de los aspectos fundamentales del trabajo con el paisaje, al objeto de facilitar la asimilación social de sus transformaciones, consiste en considerar los valores culturales de las poblaciones del entorno. Para ello resulta esencial hacer efectivos los canales de participación ciudadana. No obstante los procesos de participación colectiva requieren un ejercicio de discernimiento que garantice la participación de todos los grupos sociales más allá de los agentes habituales. El mayor problema que surge a la hora de establecer los mecanismos de participación consiste en determinar el nivel de incidencia real que corresponde a cada agente social o económico. Este parámetro resulta básico para la concertación de medidas, durante la fase de planificación del proyecto, y el fomento de un clima de consenso que implique a las partes interesadas.

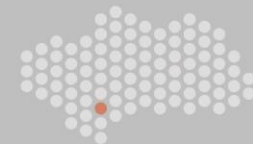
Recientemente se ha llevado a cabo una investigación en el ámbito del Departamento de Geografía Humana de la Universidad de Sevilla que con el título: “*An Exercise in Stakeholder Analysis for a hypothetical offshore wind farm in the Gulf of Cadix*” se enmarca en el proyecto europeo SPICOSA (Science and Policy Integration for Coastal System Assessment). Dirigido por el profesor Juan Luís Suárez de Vivero, supone una importante contribución a la materia y ha permitido la obtención de valiosos resultados.



El fomento de la participación ciudadana, con la consustancial mejora de la transparencia en los procesos de toma de decisiones, cuenta en la actualidad con numerosas herramientas digitales. Estos nuevos instrumentos, como las propias redes sociales, deben ser incorporados de inmediato a la disciplina del urbanismo y la ordenación del territorio. Entre los resultados obtendremos una reducción en los plazos y trámites habituales, con el consiguiente ahorro económico, pero fundamentalmente se conseguirá una mayor implicación de la ciudadanía en el desarrollo de proyectos. Este aspecto resulta esencial en cuanto a la mejora de la asimilación colectiva de transformaciones del paisaje. A este respecto conviene mencionar que no han sido pocas las controversias levantadas en torno a la implantación de instalaciones de energía renovables, en especial respecto a nuevos parques eólicos. Podemos constatar fenómenos tales como que una misma imagen de un aerogenerador sea utilizada como transmisora de modernidad y respeto al medio ambiente en multitud de campañas publicitarias, al tiempo que enciende controvertidos debates sobre la conveniencia de su implantación. Resulta esencial garantizar la participación de todos los grupos sociales en la gestación de respuestas novedosas capaces de establecer una nueva dialéctica entre estas “arquitecturas emergentes” y su entorno.



Figura 8.12.-
Pintada contra la implantación de
parques eólicos en la comarca del
Genal (Málaga).



8.2.1.3. Paisaje rural versus urbano.

Tras la revisión de algunos de los procesos que condicionan la percepción social de las transformaciones del paisaje, y por tanto su valoración estética y psicológica, pasaremos a estudiar los atributos de las localizaciones así como los efectos derivados de la implantación de energías renovables. Debemos recordar que las principales limitaciones en la selección de emplazamientos vienen determinadas por su compatibilidad con el resto de actividades humanas, y otras legislaciones sectoriales, así como por la presencia del recurso renovable con unas propiedades concretas. Por todo ello no se ubican instalaciones renovables donde se quiere sino donde se puede, y en ocasiones se puede donde no se debe.

Estos condicionantes, unidos a la controversia social que rodea la inserción de nuevas actividades, han propiciado que las instalaciones renovables ubicadas en zonas rurales sean las que más han proliferado. Hasta ahora las áreas urbanas han permanecido más impermeables a la implantación de instalaciones renovables, si exceptuamos las instalaciones solares térmicas de agua caliente sanitaria, probablemente por la superposición de actividades y las reticencias ciudadanas a las alteraciones de su entorno más inmediato.



Figura 8.13.-
Vista del paisaje rural del núcleo
de El Almarchal-Tarifa (Cádiz).



El **paisaje rural**²⁶, aunque presenta caracteres propios que varían en función de su ámbito geográfico, está especialmente marcado por una presencia continua del factor humano. La aparición de instalaciones renovables incide sobre la práctica totalidad de los elementos que lo conforman, a los que aporta componentes específicos o con los que interactúa en grado variable. Estos atributos son:

- **Relieve:** los accidentes del terreno constituyen una de las referencias clave del paisaje al revelarnos las formas principales del mismo y aportar el soporte al resto de componentes. La topografía determina en buena parte la idoneidad de un emplazamiento renovable. Los más demandados por instalaciones eólicas suelen corresponder a cerros y colinas que dominan grandes extensiones de terrenos llanos y despejados, aunque no podemos descartar depresiones paralelas a la dirección del viento. Por su parte para instalaciones solares el emplazamiento óptimo es plano o con escasa pendiente.

- **Moldeado del relieve:** ejecutado artificialmente por el hombre mediante la extracción o aportación de material al terreno. Habitualmente para explotar minas y canteras, depositar residuos sólidos, alterar la pendiente mediante terrazas que permitan su explotación agropecuaria, construir túneles, etc. La construcción de un parque eólico implica la ejecución de la cimentación de las torres y en algunos casos la aportación de rellenos o excavaciones para la materialización de las vías de acceso y plataformas. Por su parte las centrales solares requieren de desbroces y movimientos de tierra para adecuar el campo solar.
- **Revestimiento:** puede estar configurado por la propia naturaleza o la por la acción humana. La presencia o ausencia de vegetación, silvestre o cultivada por el hombre, aporta dinamismo al paisaje. Incorpora componentes como el color (variable según las estaciones climáticas) y el contraste (junto a áreas de suelo desnudo o entre parcelas con cultivos distintos). Los parques eólicos alteran el revestimiento en las vías de acceso y plataformas mientras que las centrales solares en la superficie ocupada por el campo solar.

²⁶ Para profundizar sobre el trabajo con el paisaje en ambientes rurales consultar “AYUGA TÉLLEZ, Francisco, *Gestión Sostenible de Paisajes Rurales: Técnicas e Ingeniería*, Madrid, Fundación Alfonso Martín Escudero, 2001”.

- Agua: la aparición de agua, natural (ríos, mar, lagos, etc.) o artificial (embalses, acequias, etc.), supone una aportación dinámica y cualitativa al paisaje. Las huellas que deja a su paso son una de las referencias definitorias de numerosos enclaves. Las centrales termosolares tienen un notable consumo de agua que requiere la construcción de balsas u otros elementos.
- Fauna: en los ámbitos rurales la presencia continua de ganadería extensiva se ha convertido en uno de los elementos más representativos de su paisaje²⁷. Tampoco debemos obviar la aparición de fauna salvaje, aunque su diversidad e importancia dependerá del grado de transformación del ecosistema. En este punto cabe destacar la compatibilidad de los aerogeneradores con los usos tradicionales agropecuarios, así como su incidencia negativa sobre determinadas especies de aves. Las centrales solares, dada la superficie ocupada por el campo solar, pueden alterar desplazamientos de la fauna.

²⁷ La presencia de ganado retinto, toros bravos o cerdos ibéricos se han convertido en la seña de identidad de numerosos paisajes andaluces. La figura del cabrero recorriendo nuestros campos con su rebaño, a través de las vías pecuarias liberadas, es todo un referente de la riqueza etnográfica de las comarcas de Andalucía.

- Núcleos de población: vinculados a la explotación agropecuaria. Además de su significado propio, una lectura territorial los convierte en origen y destino de numerosas líneas presentes en el paisaje tales como caminos y carreteras, infraestructuras eléctricas e hidráulicas, etc. La coexistencia entre aerogeneradores y núcleos urbanos es un aspecto sobre el que se debe reflexionar en profundidad. Actualmente esta relación se suele limitar al establecimiento de zonas de afección, libres de aerogeneradores, en las proximidades de las poblaciones. En lo que respecta a instalaciones solares, las térmicas de baja temperatura y fotovoltaicas domésticas han tomado las cubiertas de las viviendas de los núcleos rurales,
- Hitos y elementos dispersos: que consiguen focalizar la mirada del observador. Pueden ser construcciones residenciales o vinculadas a otros usos (depuradoras, subestaciones eléctricas, naves ganaderas etc.) depósitos, torres, postes de infraestructuras, etc. El gran porte, de la torre y palas, de los aerogeneradores los convierte en hitos. Algo similar acontece con las torres de las centrales termosolares de receptor central.

- Líneas en el paisaje: trazadas por el hombre durante generaciones contribuyen a la antropización del medio. Suelen corresponder a redes de infraestructuras de todo tipo (viarias, ferroviarias, electricidad, telefonía, agua, etc.). También incluimos las lindes y divisorias de propiedad al introducir habitualmente una lógica geométrica ajena al terreno. El funcionamiento de instalaciones renovables introduce nuevas líneas en el paisaje: las correspondientes al trazado de las vías y las de las infraestructuras de evacuación eléctrica. Las primeras se suelen adaptar a la orografía del terreno, mientras que las segundas siguen directrices rectilíneas marcadas por la presencia de subestaciones eléctricas.
- Movimiento: generado por las fuerzas de la naturaleza o por la acción humana. El viento impulsa a las nubes, las copas de los árboles, los campos de cereales y la superficie del agua, esta discurre por su curso en ríos o se mueve en forma de olas y mareas en el mar, las reses registran el terreno al pastar, los vehículos transitan por vías y caminos, etc. El movimiento del rotor de los aerogeneradores supone otro elemento dinámico a considerar.
- Sonido: al igual que el anterior de origen natural o artificial. Verdadera seña de identidad de algunos paisajes, generado por el agua (cascadas, mar, etc.), el viento, pájaros u otros animales (domésticos y salvajes), insectos (cigarras, grillos, etc.), máquinas, etc. Las actividades vinculadas con la electricidad, emiten un sonido peculiar en los elementos de transformación y transporte eléctrico. El ruido emitido por los aerogeneradores, debido al roce del viento con las palas del rotor, aporta una dimensión sonora a los parques eólicos. En lo que respecta a las tecnologías solares, los dispositivos de seguimiento de la posición del Sol de los paneles emiten un sonido mecánico que debe ser igualmente considerado. Las grandes centrales termosolares requieren de procesos industriales, fundamentalmente vinculados a la refrigeración, que emiten igualmente sonido.
- Olor: de la tierra mojada, de pastos quemados, del ganado y sus heces, de las algas, de las plantas aromáticas, de los molinos de aceite de oliva, etc. Suele proporcionarnos una referencia temporal de la estación del año en la que nos encontramos.



Figura 8.14.-

Vista de un proyecto de viviendas bioclimáticas junto al núcleo rural de El Almarchal (Tarifa), con la presencia cercana de numerosos parques eólicos.



El **paisaje urbano**, condicionado inequívocamente por la necesidad de garantizar la funcionalidad del tejido de la ciudad, es uno de los principales indicadores de la calidad del hábitat urbano. Los núcleos urbanos, con un mínimo de recorrido histórico, no están conformados por un único patrón de tejido urbano y consecuentemente de paisaje urbano. La superposición de un conjunto de texturas permiten distinguir el “modo de construir ciudad” de cada época. Si bien el resultado final nos permite apuntar a que las ciudades cada vez se parecen más entre ellas. Proponemos distinguir entre tres grupos de elementos que contribuyen, a lo largo de una secuencia en la que a veces se solapan, a la configuración del paisaje urbano:

- Un primer grupo vinculado a la selección del emplazamiento (enclave, orografía y elementos naturales).
- Un segundo grupo vinculado a la acción efectiva de la construcción de la ciudad (tejido urbano, borde, silueta).
- Un último grupo de elementos dinámicos relacionados con la vivencia o funcionamiento de la propia ciudad (movimiento, concurrencia, sonido, olor e iluminación).



Figura 8.15.-

Sin referencias visuales sobre el enclave o algún hito característico resulta complicado reconocer a que ciudad corresponde la trama. San Francisco (EEUU)



Para abordar el paisaje urbano, en primer lugar, revisaremos aquellos elementos que definen el marco o soporte físico sobre el que se levantará la ciudad. Están vinculados a la decisión de la elección de un emplazamiento determinado y condicionan el posterior diseño urbano. Se trata de elementos propios del lugar y esbozan los rasgos más característicos e identificativos de cada realidad urbana:

- Enclave: su elección viene a significar el hecho fundacional del núcleo urbano y condicionará posteriormente su propia morfología y el tipo de relación que establece con su entorno. Existe una casuística tan amplia como tipos de emplazamiento. Con frecuencia la lógica de implantación de una ciudad responde a la presencia de un elemento estratégico a escala territorial (el vado de un río, una ensenada, etc.) que determinará la configuración inicial del tejido urbano. No obstante, y con más frecuencia de la debida, con el paso del tiempo la lógica fundacional se ignora propiciándose procesos de pérdida de caracterización urbana cuyo principal efecto es el empobrecimiento del hábitat urbano. Del enclave dependen otros elementos constitutivos del paisaje urbano como la orografía o presencia de elementos naturales.

- Orografía: viene determinada por la selección del enclave y aporta uno de los principales elementos del paisaje urbano. La pendiente del terreno así como la presencia de lomas o depresiones, dictará el trazado de las vías y condiciona las tipologías edificatorias. Por ello, la orografía incide en algunos de los elementos fundamentales del paisaje urbano: el tejido urbano y la silueta.
- Elementos naturales: su integración en la trama urbana aporta uno de los elementos más característicos de una ciudad. Los frentes litorales o lacustres, las riberas de ríos y arroyos, las lomas y vaguadas, los afloramientos rocosos, las masas vegetales, etc., representan un activo paisajístico de primer nivel si el diseño urbano lo incorpora como uno de sus principios proyectuales. Alguno de los íconos más representativos de las ciudades no se entienden sin el marco natural que los acoge²⁸.

²⁸ Consecuentemente podemos reseñar como ejemplos de elementos naturales representativos de aglomeraciones urbanas el Pan de Azúcar de Rio de Janeiro, la Bahía de Port Jackson en Sídney, la confluencia de los ríos Hudson, East River y Harlem en Manhattan, las colinas sobre las que se erigió Roma o el río Guadalquivir a su paso por Sevilla.

En segundo lugar revisaremos los elementos del paisaje urbano vinculados a la ejecución material de la trama urbana (silueta, borde y tejido urbano). En este punto podemos hacernos eco de las consideraciones de algunos urbanistas²⁹ y geógrafos, que apuntan a la similitud que presentan buena parte de los paisajes urbanos contemporáneos. Estas conclusiones están en línea con las reflexiones, sobre la obsolescencia de la disciplina urbanística, que venimos defendiendo en la presente tesis. Los elementos a los que hacemos referencia son:

- Silueta: se encuentra condicionada por la orografía del enclave y algunos autores distinguen como sus componentes básicos la envolvente y los elementos prominentes. Como refiere López Candeira³⁰:

“la silueta del conjunto está constituida por dos elementos esenciales: su línea envolvente general y el ritmo de sus elementos sobresalientes”.

²⁹ “FARIÑA TOJO, José, *La indefensión del paisaje urbano*, El Blog de José Fariña, 14 de marzo de 2009”.

³⁰ “LÓPEZ CANDEIRA, José A., *Diseño urbano. Teoría y práctica*, Madrid, Editorial Munilla - Lería, 1999, pp. 23”.

- Borde: aunque la complejidad contemporánea tiende a difuminar la línea de encuentro entre la masa construida y el terreno natural o rural adyacente, el borde urbano continúa siendo una referencia del aspecto exterior de la ciudad. Igualmente nos aporta las claves sobre cómo se ha planteado la relación entre el núcleo urbano y su entorno.
- Tejido urbano: está conformado por el conjunto de infraestructuras, vías, espacios libres, edificios, etc., que estructuran la ciudad. La disciplina urbanística ha centrado su labor, bajo nuestro punto de vista con exceso de rigidez, en la formulación de todo tipo de directrices y ordenanzas reguladoras sobre volúmenes, ocupación, texturas, trazados, etc. La dificultad de actualizar estas normas y la preponderancia del negocio inmobiliario, sobre otros factores, ha ido consolidando un proceso de paulatino empobrecimiento en la diversidad de la trama urbana. Y es que apenas se han considerado aspectos como el paisaje o la calidad del hábitat urbano, propiciándose una inercia de diseño que ha generalizado un modelo de ciudad contemporánea excesivamente homogéneo sin apenas matices.

En último lugar repasaremos otros elementos que forman parte, bajo nuestro criterio, del paisaje urbano entendido como una experiencia fruto de la percepción. Al igual que planteamos en el paisaje rural una interpretación que va más allá de la simple imagen, defendemos en el paisaje urbano una concepción integral de la percepción humana. Abogamos pues por superar las referencias visuales e integrar el conjunto de experiencias perceptivas del hombre. La incorporación de aspectos dinámicos nos permite que podamos hablar de vivencia del paisaje urbano. El carácter efímero o perecedero de la experiencia urbana nos daría entrada a profundizar sobre temas tan complejos como el paisaje como construcción cultural o virtual, si bien no son objeto del presente estudio.

Que el paisaje urbano trasciende a lo estrictamente material ya nos daba cuenta Federico García Lorca cuando describe a la gran ciudad:

*“Los dos elementos que el viajero capta en la gran ciudad son: arquitectura extrahumana y ritmo furioso. Geometría y Angustia”*³¹.

³¹ “GARCÍA LORCA, Federico, *Poeta en Nueva York. Tierra y luna*, Edición de Eutímio Martín, Barcelona, Crítica, 1981, pp. 307”.

Algunos autores aprovechan el papel desempeñado por los ciudadanos ante el espacio urbano, activo o contemplativo, para distinguir entre escena urbana y paisaje urbano. Si bien conceptualmente esta distinción facilita un análisis más certero, en la práctica escena y paisaje urbano aparecen indisolublemente ligados en la mayoría de los casos. La teatralidad que llega a adquirir la participación ciudadana en la escenificación de la vida urbana, adquiere connotaciones de espectáculo en determinadas fiestas³².

Entre otros elementos dinámicos, vinculados al paisaje urbano, destacamos aquellos que consideramos más representativos y perceptibles:

- Movimiento: los desplazamientos de las personas en diferentes medios de transporte (vehículos privados, transporte público, ciclistas, peatones, etc.) aportan movimiento al paisaje y marcan el ritmo de la vida urbana.

³² Valga por ejemplo la celebración de la Semana Santa en algunas ciudades andaluzas, en las que la población reclama las calles de los centros históricos para un reparto de papeles (músicos, nazarenos, público, etc.). Otro caso reseñable es el de San Fermín en Pamplona, en el que la calle tomada por los toros y corredores se ha convertido en la imagen más representativa de la ciudad.

- **Concurrencia:** y es que la presencia de personas representa uno de los principales elementos que aportan dinamismo al paisaje urbano. La concurrencia de personas es un factor a considerar en la determinación de la vocación de un ámbito urbano, así como un referente del grado de éxito alcanzado mediante el diseño urbano. Y es que los ciudadanos aportan movimiento, poniendo en valor determinados espacios por su diversidad. La diversidad es otra de las grandes aportaciones de las personas a la urbanidad y uno de los mejores indicadores sobre la vocación cultural de una ciudad. Las ciudades sin aspiraciones e inquietudes culturales, a partir de programas a largo plazo, redundan en una ciudadanía poca diversa.
- **Olor:** aporta claves tanto sobre el emplazamiento global como sobre el área concreta de la ciudad, y las actividades que soporta, en la que nos encontramos. Contamos con numerosas referencias al olor característico de las ciudades costeras o portuarias, a los entornos de los mercados, a la comida que sirven los restaurantes, al derivado de la polución atmosférica, etc.
- **Sonido:** estrechamente vinculado a la percepción del hecho urbano. La intensidad del ruido ambiente característico de las áreas urbanas más densas, provocado por el tráfico rodado y algunas actividades, contrasta con el que se registra en espacios libres de cierta entidad. Las concentraciones de personas al aire libre o en edificios colectivos (colegios, etc.), los conciertos de música y otros elementos completan el sonido predominante en nuestras ciudades.
- **Iluminación nocturna:** la iluminación nocturna materializa una de las mayores transformaciones del paisaje urbano y representa una de las grandes diferencias respecto a los ámbitos no urbanos. La iluminación nocturna nos permite conocer numerosos aspectos de la ciudad como la ubicación de los espacios productivos, residenciales, terciarios, mixtos, etc. La iluminación nocturna aporta uno de los principales elementos dinámicos del paisaje urbano: las derivadas de la circulación nocturna del tráfico rodado. La importancia de la iluminación nocturna de las ciudades ha sido aprovechada con fines comerciales en escaparates y engalanamiento de las propias calles.



Figura 8.16.-

Imágenes características del movimiento, a partir de las limitaciones del formato empleado, del paisaje urbano contemporáneo. A la izquierda, vista nocturna de la ciudad de Los Ángeles (EEUU). A la derecha un concurrido mercadillo de Londres (Reino Unido).

8.2.2. El paisaje eólico.....

8.2.2.1. Molinos en la memoria.

A continuación constataremos la presencia de molinos de viento y aerogeneradores en determinadas manifestaciones de la actividad humana (culturales, económicas, etc.), que han contribuido y contribuyen a la asimilación o rechazo social de los mismos. Este análisis pondrá de manifiesto la evolución perceptiva que puede experimentar un grupo humano concreto, en función de complejas variables (aparición de nuevos paradigmas culturales, lógica económica imperante, etc.), ante la visión de los ingenios de explotación de la energía eólica.

Los molinos de viento aparecen en la pintura desde hace siglos, inicialmente integrados en paisajes rurales y urbanos que se insertan como fondo de otras temáticas diversas aunque posteriormente adquieren un carácter protagonista. Prácticamente todos los grandes maestros han incluido en su obra molinos de viento desde: Jan Van Eyck, El Bosco, Brueghel el Viejo, Rembrandt, Cézanne, Monet, Van Gogh o Picasso, lo que permite vislumbrar cierto atractivo que los ha convertido en permanente fuente de inspiración.



Figura 8.17.-
Detalle de “Camino del Calvario”
en la que se observa la presencia
dominante de un molino de
viento. Brueghel el Viejo (1564),
Museo Kunsthistorisches, Viena.

Pero es el campo de la literatura el que nos ofrece la evidencia más nítida de la evolución obrada en la relación emotiva entre el hombre y los molinos de viento. En este aspecto, y al no pretender exponer una recopilación exhaustiva, nos limitaremos a exponer dos párrafos de sendos grandes de las letras y a recuperar su contexto someramente. La cita obligada nos lleva a Cervantes:

“ En esto descubrieron treinta o cuarenta molinos de viento que hay en aquel campo; y así como don Quijote los vio, dijo...: porque ves allí, amigo Sancho Panza, donde se descubren treinta o pocos más desaforados gigantes, con quien pienso hacer batalla y quitarles a todos las vidas”³³.

La ensoñación de don Quijote, al contemplar el paisaje de Campo de Criptana, constituye uno de los pasajes más celebrados de la literatura universal así como fuente de inspiración de artistas y pensadores de todas las épocas. La cita nos permite la licencia de subrayar la diferencia perceptiva, una distorsionada, ante una misma realidad.

³³ “CERVANTES, Miguel, *El Ingenioso Hidalgo Don Quixote de la Mancha* (I, VIII, pp. 103-6)”.

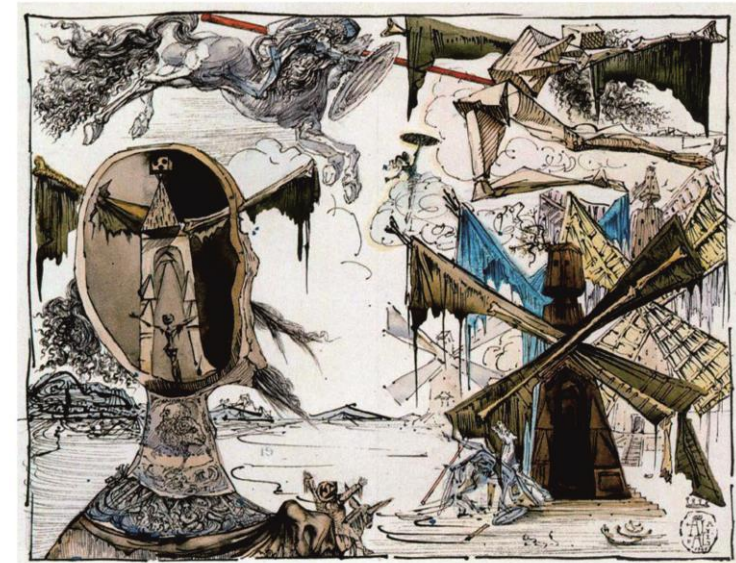


Figura 8.18.-
Interpretación daliniana sobre la construcción mental de Don Quijote ante la observación de los molinos de viento. “Ilustración de Don Quijote. Acuarela y tinta china sobre papel”, Salvador Dalí (1945).

Durante el siglo XVI se instalaron gran parte de los molinos manchegos, por lo que habrían transcurrido pocos años entre la implantación de los mismos y la concepción cervantina de su obra cumbre. En el mejor de los casos, apenas una o dos generaciones de lugareños habrían podido convivir con unos nuevos inquilinos, portadores de una tecnología y formas desconocidas. Parece razonable que el nuevo paisaje diera pie a las más variadas reacciones emocionales y a cierto rechazo entre los moradores de la zona.

Siglos más tarde los mismos “desaforados gigantes”, que inquietaron y desataron la reacción de Don Quijote, han sido aceptados por los habitantes de la zona hasta el punto de haberles concedido un nombre propio a cada molino. La toponimia ha designado su emplazamiento como “Sierra de los Molinos” así como referenciado numerosos enclaves cercanos a la presencia de los molinos. Finalmente, desde 1978, estos molinos de viento fueron declarados Monumentos de Interés Histórico-Artístico³⁴.

³⁴ Por Real Decreto 3322/1978, publicado en el BOE nº 30 de 3 de febrero de 1979, donde encontramos una interesante descripción histórico-artística. El resto de molinos fue declarado BIC (Bien de Interés Cultural) con categoría de sitio histórico, mediante la resolución de 9 de julio de 2001 publicada por el BOE de 11 de octubre de 2001.

A continuación nos detendremos en un gran conocedor de la obra de Cervantes, el escritor argentino Jorge Luis Borges. En 1983, el escritor esboza un sutil retrato del paisaje de las vacaciones durante su infancia en el que no falta la evocación de un molino de viento³⁵:

“Durante los años de mi infancia pasábamos los veranos en Adrogué, a unos quince o veinte kilómetros al sur de Buenos Aires. Allí teníamos residencia propia: una vasta construcción de una planta, con terrenos, dos cabañas, un molino de viento y un peludo ovejero marrón”.

El autor argentino incluye la referencia al molino de viento junto a otros elementos que forman parte de su vivencia de niño, como las cabañas o su perro. La silueta del molino trasciende del aspecto físico y toma asiento en la mente de Borges en forma de un recuerdo que perdura durante su vida. Podemos contrastar la facilidad con la que los molinos de viento, en contraste con otros ingenios, acaban siendo asimilados tanto en procesos individuales como colectivos.

³⁵ “MEJÍA PRIETO J., MOLACHINO Justo R., Francisco, *Borges ante el espejo*, México, Editorial Lectorum, 2005, pp. 16-17”.

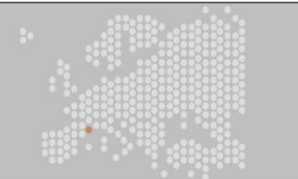
Los molinos de viento también ocupan otros ámbitos de la cotidianidad como monedas, billetes, sellos, medallas, lotería, etc. Aparecen en la filatelia desde 1905, cuando por motivo del III centenario de la publicación del Quijote³⁶, España emite los primeros sellos conmemorativos de su historia. Se trata de una serie filatélica que contiene escenas de la obra cumbre de Cervantes. En concreto los sellos de 10 céntimos, empleados para correspondencia interna con una tirada de 20.000 unidades, representan el ataque a los molinos.

Hemos constatado como la presencia de molinos de viento ha sido continua en importantes expresiones de la vida, y como estas han contribuido a su aceptación social a través de un complejo proceso a lo largo del tiempo. No obstante el cambio obrado en la percepción social de los mismos, justifica su empleo como reclamo por su significación turística de aquellas áreas en las que se ubican. Algunos incluso, una vez liberados de sus labores tradicionales, se rehabilitan y adecuan a usos residenciales o de alojamientos turísticos. El último eslabón del proceso referido consiste en su valoración como patrimonio cultural, mediante figuras como la actual declaración de Bienes de Interés Cultural.

³⁶ <http://filalacant.org/Quijote/>



Figura 8.19.-
Molino de viento adaptado a usos habitacionales en el entorno vinícola de la Provenza. Rousillón (Francia).



La incorporación de nuevas realidades al territorio conlleva la aparición de similares inquietudes, a las detectadas en anteriores generaciones, entre las poblaciones más cercanas. En el panorama actual, las antiguas máquinas de explotación de la energía eólica han sido sustituidas por nuevos ingenios, los aerogeneradores, sobre los que se vuelven las miradas de los creadores de nuestro tiempo. Recogemos la reflexión del paisajista Gilles Clément, ante la presencia de los parques eólicos de Joshua (California – EEUU):

*“ Dans le défilé vers le désert de Joshua Tree.
Une forêt d'éoliennes sur un front de falaise,
disposées en armée, dominant la plaine.
Fûts blancs sur ciel bleu. Elles s'avancent
vers le vide, les premiers rangs dissimulant le
gros des troupes.
Aucun arbre ici ne dépasse la hauteur d'un
yucca. La forêt d'éoliennes campe le paysage
de moyenne Californie. Et le surveille”³⁷.*

A continuación facilitamos su traducción:

³⁷ “CLÉMENT, Gilles, *Traité Succinct de L'art Involontaire*, Paris, Sens&Tonka Éditeurs, 1997, pp. 75, ISBN: 2-910170-39-X”.

“En el desfile hacia el desierto de Joshua Tree. Un bosque de molinos de viento en el filo de un acantilado, organizado como un ejército, domina la pradera.

Troncos blancos sobre cielo azul. Se acercan al vacío, la primera línea disimulando al resto de la tropa.

Aquí ningún árbol alcanza la altura de una Yuca. El bosque de los molinos de viento invade el paisaje de la California media. Y lo vigila”³⁸.

La interpretación de Gilles Clément, asemeja un parque eólico a un bosque de troncos blancos dispuestos en formación militar. Esta percepción parece referirnos inicialmente a la visión de los gigantes de Cervantes aunque también nos pone en la pista de un nuevo lenguaje que incluye referencias a la naturaleza (bosque en el desierto, cielo, etc.). El autor realiza una composición sobre el diálogo entablado entre el artificio y el entorno natural que lo acoge, hasta conformar un paisaje inédito.

³⁸ Traducido por Virginie Malenon.



Figura 8.20.-

La incorporación de aerogeneradores al paisaje, como los de este parque eólico de Joshua Tree, California (EEUU), suscita miradas creativas similares a las inducidas por la aparición de los antiguos molinos de viento en su contexto histórico.



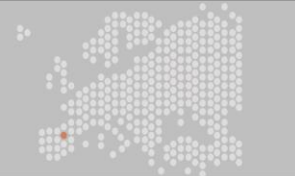
Este paisaje también ha atraído la atención del mundo del cine, que ha sido capaz de reflejar la evolución experimentada por los sistemas de explotación de la fuerza del viento. Así podríamos destacar el contraste existente entre, la opereta ambientada en Holanda, “Molinos de Viento” (1937) de la directora Rosario Pí, y “Volver” (2006) de Pedro Almodóvar. En esta última el cineasta manchego nos ofrece una visión sobre la realidad de su tierra, en la que se insertan parques eólicos de última generación para aprovechar el viento “solano”.

Igualmente encontramos interpretaciones artísticas sobre los propios aerogeneradores, como en el parque eólico de Moncayuelo en Falces (Navarra). La empresa propietaria (EHN) encargó al artista pamplonés Pedro Salaberri que pintara las torres de los aerogeneradores. El pintor aplicó tonalidades distintas entre verde, marrón y beige que contribuyen a la integración visual del parque eólico con los elementos naturales de su entorno.

Desde un planteamiento completamente diferente, podemos señalar el trabajo del artista alemán Horst Gläsker. Su proyecto Aero-Art plantea convertir los aerogeneradores de un parque eólico en protagonistas del paisaje mediante un diseño altamente llamativo.

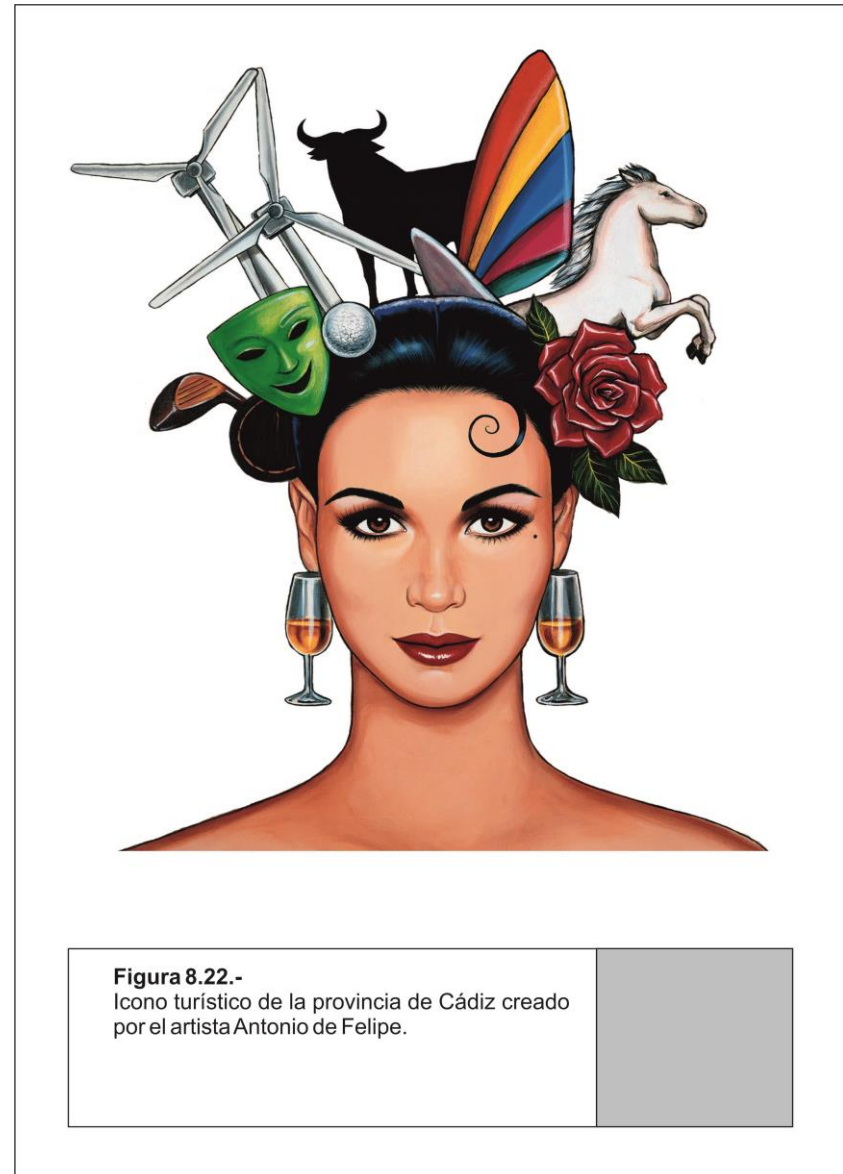


Figura 8.21.-
Parque eólico de Moncayuelo,
Falces (Navarra).
Pedro Salaberri, 2004.



Finalmente repararemos en medios más prosaicos, como la publicidad, dada la influencia que adquieren en el contexto socioeconómico actual. Los mecanismos publicitarios se han convertido en uno de los principales vehículos de transmisión de mensajes, mediante imágenes fundamentalmente, de nuestro tiempo. La figura de los aerogeneradores ha protagonizado numerosas campañas institucionales y de corporaciones privadas, como reclamo de su modernidad y compromiso con el medioambiente. Entre las primeras podemos citar las de la Junta de Andalucía, “Andalucía imparable”, la comunidad autónoma de Castilla y León, que incluye referencias al Quijote, o la del Patronato de Turismo de Cádiz.

Nos detendremos en esta última, realizada por el artista Antonio de Felipe para la promoción de la provincia de Cádiz. Su imagen principal corresponde a una cabeza de mujer engalanada con elementos característicos de la provincia, tales como el toro de Osborne, una guitarra, windsurf, copas de vino, golf etc., que son empleados como reclamo turístico. Entre los atributos destacamos la presencia de un grupo de aerogeneradores, que de este modo pasan a ser considerados iconos propios del paisaje gaditano a resaltar.

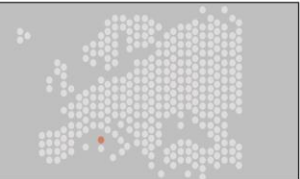


Concluiremos señalando como la dimensión otorgada al paisaje, “cualquier parte del territorio”, en la definición de la Convención Europea permite vislumbrar uno de los principales retos de la Ordenación del Territorio. Hablamos de la configuración de un paisaje contemporáneo, aceptado por la mayoría, como expresión de los logros de la presente generación. El desafío al que nos enfrentamos no es nuevo, tal y como hemos tratado de reflejar en el presente capítulo, ya que su similitud con el afrontado por nuestros predecesores resulta evidente.

En lo que respecta al tema que nos ocupa, algunos parajes cuentan con una tradición centenaria que corroboran este extremo. En los enclaves ricos en recurso eólico es frecuente contrastar tecnologías características de cada época, con la finalidad común de la explotación de la fuerza del viento, que han contribuido a la configuración de un paisaje diverso. En estos casos destaca la fuerza visual del diálogo establecido entre molinos de viento con varios siglos de antigüedad, aerogeneradores de última generación y el territorio en el que se implantan. Entre otros lugares en los que encontramos cercanos molinos de viento y aerogeneradores podemos señalar el Cabo Corso (Córcega) o la comarca de El Andévalo y Vejer de la Frontera (Andalucía).



Figura 8.23.-
Pasado y presente de la explotación eólica en el Cabo Corso, Córcega (Francia).



8.2.2.2. Particularidades.

Tras el acercamiento al concepto de paisaje y la exposición de las generalidades del paisaje rural y urbano, tras la revisión de los procesos de asimilación colectiva de molinos de viento y su proyección sobre las formas de expresión humana; nos quedaría pendiente el estudio de las implicaciones actuales de las renovables sobre el paisaje. La casuística sobre la incidencia paisajística que conlleva la implantación de un parque eólico viene determinada por la escala adoptada para el trabajo con el territorio. Y es que la escala territorial con la que se aborda el estudio de paisaje (región, comarca o lugar), permite acotar el marco de referencia³⁹.

Al objeto de demarcar el alcance del análisis de las particularidades paisajísticas de los parques eólicos, nos circunscribiremos a la escala de trabajo más cercana al concepto de lugar: la local. En la escala local del paisaje contrastamos el resultado del encuentro material entre las condiciones naturales del enclave (topografía, vegetación, agua, vientos dominantes, soleamiento, sonido, etc.) y la nueva realidad que se implanta.

³⁹ Consultar punto “8.2.1.1. *Considerando la escala*” del presente capítulo.

Distinguiremos entre parques eólicos terrestres y parques eólicos marinos, perseverando en la acotación o estructuración del estudio, ante la evidencia de las diferencias paisajísticas y territoriales de ambos. Igualmente, dentro de cada categoría, analizaremos algunas tipologías características que nos permiten obtener una visión de la materia lo más completa posible.

8.2.2.2-1: La construcción de **parques eólicos terrestres** ha sido notable en la última década⁴⁰, si bien frenada en los dos últimos años⁴¹, con la consiguiente incorporación al paisaje de nuevos elementos que requieren ser estudiados.

Conviene precisar que los parques eólicos se han venido implantando de manera mayoritaria en ámbitos no urbanos, a diferencia de las instalaciones solares que aparecen tanto en entornos rurales como urbanos. Por ello, son las áreas rurales las que mayoritariamente han tenido que asimilar la transformación de su paisaje original.

⁴⁰ Según datos de Red Eléctrica Española entre 2000 y 2012 se multiplicó por diez la potencia eólica instalada en España, pasando de unos 2.000 MW a más de 20.000 MW.

⁴¹ Como consecuencia de la introducción por parte del Gobierno del Estado de modificaciones en el régimen tarifario que han sido recurridas por los afectados y están siendo dirimidas en sede judicial.

Resulta evidente, una vez expuestos los elementos anteriores, como la incorporación de aerogeneradores a un paisaje altera directamente la imagen de la cuenca visual en la que se enmarcan. Entre los efectos detectados, de los que buena parte pueden ser atenuados mediante una correcta selección del emplazamiento, podemos citar:

- Intrusión: a partir de la implantación de elementos artificiales, en este caso aerogeneradores, se altera la configuración previa del paisaje. La altura y el contraste de los ingenios con el cielo los hacen destacar con nitidez. Este efecto puede verse amplificado, en función de las características visuales del emplazamiento. En las áreas más transformadas por la acción del hombre el efecto de intrusión suele quedar más atenuado.
- Alteración: los movimientos de tierra para ejecutar los viarios y las plataformas de los aerogeneradores alteran las formas, líneas, texturas y color del paisaje. Este efecto cobra especial intensidad en aquellos enclaves con diferencias de nivel más acusadas, frente a áreas llanas, al requerir la ejecución de terraplenes y/o vaciados del terreno.



Figura 8.24.-

Diferentes grados de intrusión según el nivel de antropización del enclave:

- (Arriba) Autovía norteamericana.
- (Abajo) Costa francesa.





Figura 8.25.-

Los parques eólicos que se implantan en planicies, como este de Lagoa Funda ubicado en el Algarve (Portugal), precisan menor transformación del terreno.



- Fragmentación: cuando se concentran en exceso parques eólicos sobre un área determinada, podemos advertir este efecto que conlleva la pérdida de continuidad del paisaje. Nos referimos a una multiplicación del efecto de intrusión ante una implantación masiva de aerogeneradores que supera la capacidad de acogida del enclave. El paisaje original puede quedar alterado de forma irreversible desapareciendo sus elementos constitutivos (línea del paisaje, cromatismo, etc.).
- Pantalla: suele acompañar al anterior y consiste en la ocultación parcial de otros componentes del paisaje. Dado el carácter lineal de los parques eólicos, en determinados ángulos y según el punto de observación, puede darse este efecto que queda condicionado por la esbeltez y separación entre las torres. A medida que el observador se va acercando a los aerogeneradores el efecto pantalla se incrementa apareciendo otros efectos dinámicos derivados del movimiento de las palas que incrementan la sensación de envolvente. El efecto pantalla debe ser especialmente controlado, mediante ordenanzas urbanísticas específicas, en áreas urbanas.

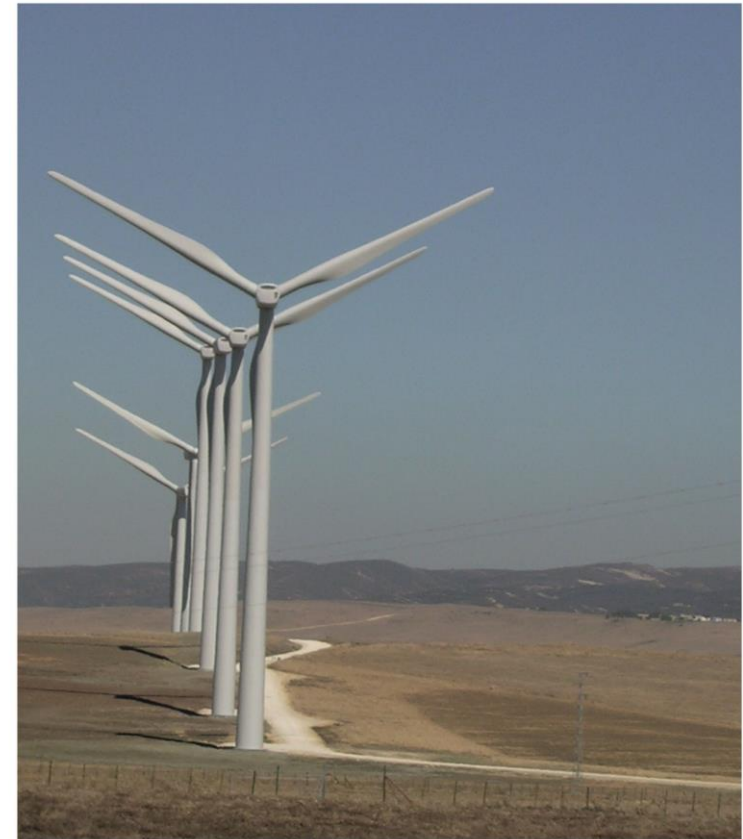


Figura 8.26.-
Superposición de varios
aerogeneradores de un parque
eólico de Tarifa (Cádiz).





Figura 8.27.-

La incorporación masiva de aerogeneradores a un emplazamiento concreto, sin la realización de estudios que valoren su capacidad de acogida, puede propiciar la aparición de efectos sobre el paisaje como su fragmentación o la creación de pantallas. En la figura observamos la superposición de parques eólicos próximos a Joshua Tree, California (EEUU).

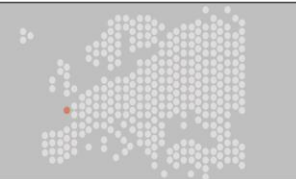


- Dinámico: generado por el movimiento de las palas, captan la atención del observador, y la proyección de sombra sobre su proximidades o esbatimento. Estos efectos se suman a los propios elementos dinámicos presentes en el paisaje (movimiento de las nubes y vegetación por la acción del viento, desplazamiento de la sombra proyectada por las nubes, movimiento de aves y otras especies animales, fluir del agua, cambios de mareas, oleaje, etc.).
- Ruido: emitido por el movimiento mecánico del multiplicador y del generador, así como por el roce del viento con las palas. El sonido ambiente constituye una de las principales referencias de los paisajes (sonido del viento, el canto de las aves, el sonido del mar o de los ríos, etc.) y la aparición de alteraciones acústicas producidas por el hombre deben ser tenidas en cuenta.

La conjunción de efectos (dinámico, ruido, etc.) puede ser especialmente intensa en las proximidades de los aerogeneradores. En estas áreas las referencias originales del paisaje suelen quedar enmascaradas tras la implantación de un parque eólico.



Figura 8.28.-
Aerogenerador en el parque
eólico de Goulien, Bretaña
(Francia).



No obstante, el alcance de los efectos que proyecta un parque eólico sobre el territorio no se circunscribe al emplazamiento seleccionado y su entorno inmediato, ya que traspasa esos límites participando en paisajes vecinos. Para acotar las tensiones visuales que transmite un parque eólico, disminuyen con la distancia y según la visibilidad del enclave, podríamos diferenciar entre las siguientes zonas de afección⁴²:

- Muy alta: en un radio inferior al radio de las palas. El observador es incapaz de abarcar con la mirada al aerogenerador y es atraído por el movimiento del rotor.
- Alta: con un límite de tres veces la altura del rotor. El observador mejora el control visual sobre el aerogenerador aunque lo sigue percibiendo como un intruso que domina su campo de visión.
- Media: en un radio inferior a diez veces la altura del rotor. El aerogenerador sólo domina un sector del campo de visión.

- Baja: hasta que la máquina desaparece de la vista, en función de múltiples variables, el aerogenerador se integra en el paisaje lejano.

Estas dimensiones son de gran utilidad para la demarcación de zonas de protección visual en los entornos de las zonas sensibles del paisaje (núcleos de población, itinerarios paisajísticos, hitos panorámicos, naturales, patrimoniales, etc.).

El análisis de los elementos que configuran los enclaves susceptibles de explotación eólica y el estudio de las tensiones originadas tras la implantación de un parque eólico sobre los mismos, resultan fundamentales para determinar la idoneidad paisajística de la intervención propuesta. La valoración debe considerar igualmente la presencia de atributos físicos, estéticos (forma, color y textura) y psicológicos, ya que buena parte de la controversia que suscitan las instalaciones eólicas se deriva del rechazo de determinados sectores de la población. La unión de estos factores exige la elección de determinados espacios, considerados “neutros” en la valoración social, con poca relevancia ecológica y con el recurso eólico suficiente para la implantación de los aerogeneradores.

⁴² Consultar “LAGO, Carmen, Aspectos Medioambientales de la Energía Eólica, en Situación actual de la energía eólica: recursos, tecnología, aspectos medioambientales, normativa, Centro Nacional de Energías Renovables, CENER, Sarriguren (Navarra), enero 2005, pp. 240, ISBN: 84-609-4167-1”.



● Zona Afección: Media. Distancia 600 metros.



● Zona Afección: Media. Distancia 550 metros.



● Zona Afección: Media. Distancia 450 metros.



● Zona Afección: Media. Distancia 350 metros.



● Zona Afección: Alta. Distancia 240 metros.



● Zona Afección: Alta. Distancia 150 metros.

Figura 8.29.-

Evolución del impacto visual en las franjas de afección media y alta de un aerogenerador, con altura de buje de 80 metros y diámetro de rotor de 77 metros, ubicado en el parque eólico “Roalabota” de Jerez de la Frontera, (Cádiz).



Como venimos manteniendo, buena parte de las afecciones paisajísticas de un parque eólico terrestre aparecen vinculadas a la tecnología empleada (altura de la torre y diámetro del rotor de los aerogeneradores fundamentalmente), a la distancia y ángulo a la que se encuentra el observador y al enclave de la instalación. Los dos primeros aspectos ya han sido abordados en diversos puntos del presente estudio, por lo que para cerrar el apartado dedicado al impacto paisajístico de un parque eólico terrestre nos centraremos en los condicionantes propios del emplazamiento.

Mayoritariamente, atendiendo al despliegue de los últimos años en nuestro entorno, la implantación de parques eólicos sobre el territorio ocupa los siguientes enclaves⁴³:

- Colinas.
- Laderas.
- Cerros y cabezos.
- Crestas.
- Cañadas y cauces.
- Llanos y vegas.

⁴³ Ver el apartado “8.2.1.1. Considerando la escala”, del presente capítulo.

A la propia orografía del enclave, sinterizada de forma básica en el listado anterior, debemos añadir otra serie de elementos que terminan por configurar cada emplazamiento. Y es que a efectos de paisaje⁴⁴ resultan especialmente importantes aspectos como la presencia de cubierta vegetal (así como su interés ambiental), la proximidad de carreteras e itinerarios (que incrementen la asistencia de observadores), el grado de transformación del territorio y la presencia de actividades humanas, la cercanía a núcleos urbanos, la visualización de hitos de relevancia natural (peñas, cursos fluviales, etc), la presencia de bienes de interés patrimonial, etc. En ocasiones, la preservación de estos valores aconseja la puesta en práctica de medidas como el retranqueo de un parque eólico para salvar una formación forestal, hacia zonas llanas y bajas cercanas, fuera de un determinado ámbito visual, etc.

Para acercarnos a la complejidad paisajística de un emplazamiento eólico, entendemos que la mejor manera es proceder al análisis visual de varios parques eólicos reales. En las figuras siguientes mostramos la visualización de diversos parques eólicos, en todo tipo de enclaves, a efectos de calibrar su afección paisajística sobre el entorno.

⁴⁴ Para obtener una visión completa sobre otros atributos físicos consultar el apartado “6.1. Recursos y emplazamientos”.



● Zona Afección: Baja. Distancia 1.100 metros.



● Zona Afección: Baja. Distancia 900 metros.



● Zona Afección: Media. Distancia 600 metros.



● Zona Afección: Media. Distancia 400 metros.

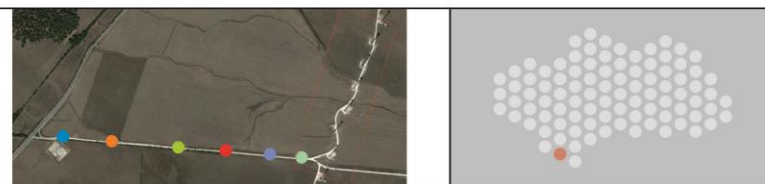


● Zona Afección: Media. Distancia 200 metros.



● Zona Afección: Alta. Distancia 50 metros.

Figura 8.30.-
Evolución del impacto visual del parque eólico “La Manga”, Tarifa (Cádiz).
(15 aerogeneradores, modelo AE- 59 con 50-60 metros altura y 59 metros de diámetro del rotor).





● Zona Afección: Baja. Distancia 2.000 metros.



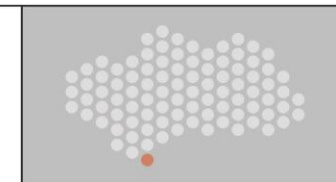
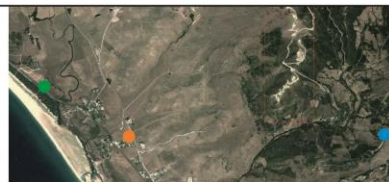
● Zona Afección: Baja. Distancia 3.000 metros.



● Zona Afección: Baja. Distancia 4.500 metros.

Figura 8.31.-

Evolución del impacto visual del parque eólico “Energía Eólica del Estrecho”, Tarifa (Cádiz). (Repotenciado, 16 aerogeneradores, modelo E- 70 con 57-113 metros altura y 71 metros de diámetro del rotor).





● Zona Afección: Baja. Distancia 1.000 metros.



● Zona Afección: Baja. Distancia 400 metros.



● Zona Afección: Media. Distancia 180 metros.



● Zona Afección: Media. Distancia 130 metros.

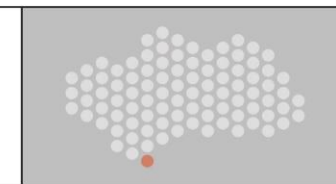


● Zona Afección: Muy Alta. Distancia 30 metros.



Figura 8.32.-

Evolución del impacto visual del parque eólico “Kw Tarifa”, Tarifa (Cádiz).
(90 aerogeneradores, modelo 33 - M VS con 25-31 metros altura y 33 metros de diámetro del rotor).



Del análisis de los emplazamientos expuestos⁴⁵, se corrobora la complejidad del estudio del impacto paisajístico de un parque eólico terrestre. Esto se debe a que la propia conformación del paisaje es deudora de la presencia de múltiples elementos cuyo protagonismo es cambiante y se calibra en función de factores como la orografía, la distancia y el ángulo de visión del observador.

La figura **8.30** contiene una aproximación siguiendo una directriz perpendicular, respecto de la alineación de los aerogeneradores, a un parque eólico ubicado en una llanura. En la zona de afección baja la línea del horizonte, el viario y otros elementos aislados (tales como cultivos o árboles) se imponen a la presencia de los aerogeneradores. Con la cercanía, el parque eólico comienza a adquirir un protagonismo, en la zona de afección media, que se convierte en dominio visual en la zona de afección alta. Podemos concluir que la incidencia paisajística de un parque eólico en un enclave llano no va mucho más allá, en función de las características concretas del entorno, del borde de la zona de afección baja (delimitada por una distancia superior a diez veces la altura del rotor del aerogenerador).

La realización de los panoramas contenidos en la figura **8.31**, parte de puntos de observación lejanos ubicados en la zona de afección baja. Nos encontramos ante un emplazamiento situado en alto que se alza sobre un entorno plano. Comprobamos como la presencia de un parque eólico en la cresta de unas montañas, en contraste con los enclaves planos, tiene amplia influencia más allá del borde de la zona de afección baja. La naturaleza llana del entorno no hace sino realzar cualquier intervención sobre las cotas altas. Por otra parte, la envolvente del parque eólico es más orgánica al ser paralela a la línea de coronación de las montañas y lomas, debido a la adecuación de las plataformas a las cotas de la cresta.

El parque eólico incluido en la figura **8.32** parte se ubica en las crestas de unas montañas pero se encuentra rodeado de otras sierras y puntos altos, a diferencia de la figura 8.31, con lo que su visibilidad queda reducida. En este caso a la distancia debemos unir la propia orografía circundante como elementos que atenúan su impacto visual. Y es que los aerogeneradores quedan con frecuencia ocultos tras otras crestas, picos, etc., con independencia de la distancia a la que se encuentre el observador.

⁴⁵ Ver figuras de 8.30 a 8.37 del presente apartado.



● Zona Afección: Baja. Distancia 4.000 metros.

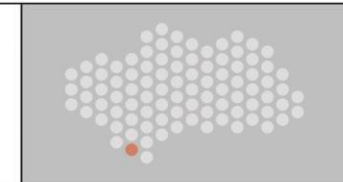


● Zona Afección: Baja. Distancia 1.500 metros.



● Zona Afección: Baja. Distancia 1.250 metros.

Figura 8.33.-
Evolución del impacto visual del parque eólico “Viento de Alcalá”, Alcalá de los Gazules (Cádiz). (21 aerogeneradores, modelo E- 82 con 78-138 metros altura y 82 metros de diámetro del rotor).





● Zona Afección: Media. Distancia 350 metros.



● Zona Afección: Media. Distancia 600 metros.



● Zona Afección: Baja. Distancia 1000 metros.



● Zona Afección: Baja. Distancia 1000 metros.



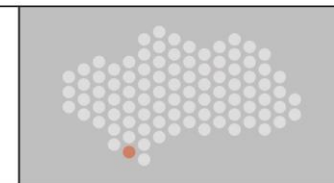
● Zona Afección: Media. Distancia 500 metros.



● Zona Afección: Alta. Distancia 240 metros.

Figura 8.34.-

Evolución del impacto visual del parque eólico “La Herrería”, Tarifa (Cádiz).
(28 aerogeneradores, modelo ECO74 con 60-80 metros altura y 74 metros de diámetro del rotor).



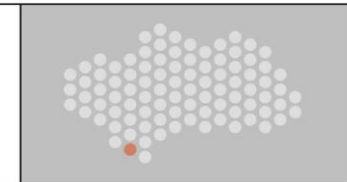


● Zona Afección: Media. Distancia 500 metros.



● Zona Afección: Media. Distancia 500 metros.

Figura 8.35.-
Evolución del impacto visual del parque eólico “La Herrería”, Tarifa (Cádiz).
(28 aerogeneradores, modelo ECO74 con 60-80 metros altura y 74 metros de diámetro del rotor).



El emplazamiento del parque eólico de la figura **8.33** lo asimilamos al de unas suaves lomas que constituyen el encuentro entre un área plana, transformada en pastos para el ganado, y otra más accidentada que conserva su cubierta vegetal natural de monte bajo. Este enclave reúne por tanto, en función de la posición del observador, las características de las áreas llanas y las algo más accidentadas. Por una parte los aerogeneradores son divisables con claridad más allá del borde de la zona de afección baja, al estar dispuestos levemente por encima de la cota de la planicie adyacente. Por otra parte la envolvente del parque eólico se adapta orgánicamente a las formas de las lomas, detrás de las que se oculta parcialmente en función del ángulo de observación. Independientemente de la distancia y el ángulo de observación, a partir de la orografía, no resulta fácil la visualización de sus vías de acceso. Desde el núcleo urbano, a una distancia de unos cuatro kilómetros, no se altera excesivamente la vista del entorno. Por todo ello y en líneas generales, consideramos que no altera las líneas fundamentales del paisaje. Podemos concluir que los enclaves eólicos con lomas resultan especialmente propicios, mediante una correcta lectura e interpretación de los elementos presentes en el emplazamiento por parte del proyectista, para un manejo adecuado del paisaje.

Las figuras **8.34** y **8.35** representan visualizaciones con diversos ángulos y distancia de un parque eólico emplazado en una llanura y muy próximo a un núcleo urbano. Se trata de una planicie transformada por las actividades agropecuarias, cultivo de cereal y pastos de ganado, en la que existen caminos rurales, cercas de cerramiento, tendidos eléctricos, etc. Volvemos a constatar para emplazamientos llanos que la incidencia paisajística apenas supera el borde de la zona de afección baja, en la que las líneas del paisaje, los cultivos e incluso otras intervenciones humanas (viario e infraestructuras) tienen mayor protagonismo. A medida que nos acercamos al parque eólico, zonas de afección media y baja, la presencia de los aerogeneradores adquiere mayor protagonismo en el paisaje. El viario del parque eólico se difumina ante leves remontes del terreno e incluso con la propia vegetación. Los panoramas de la figura **8.35** muestran como varía la visualización del parque eólico anterior desde dos puntos de observación a idéntica distancia aunque con distinto ángulo. La vista perpendicular, respecto a la alineación de los aerogeneradores, permite apreciar cierto efecto pantalla que abarca la totalidad del campo visual del observador. Finalmente, la percepción alineada de los aerogeneradores intensifica el protagonismo del parque eólico en una franja concreta del campo visual dejando libre el resto.

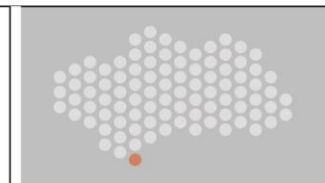
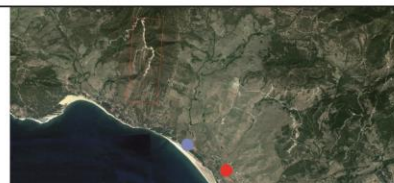


● Zona Afección: Baja. Distancia 5000 metros.



● Zona Afección: Baja. Distancia 3500 metros.

Figura 8.36.-
Evolución del impacto visual del parque eólico “PESUR”, Tarifa (Cádiz).
(Repotenciado, 21 aerogeneradores, modelo E- 70 con 57-113 metros altura y 71 metros de diámetro del rotor).



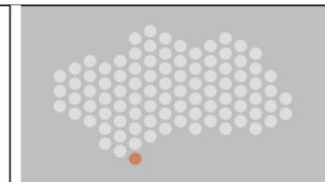
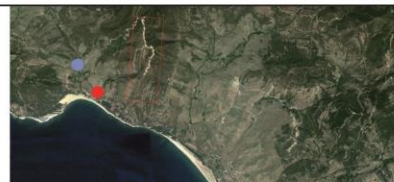


● Zona Afección: Baja. Distancia 2500 metros.



● Zona Afección: Baja. Distancia 3000 metros.

Figura 8.37.-
Evolución del impacto visual del parque eólico “PESUR”, Tarifa (Cádiz).
(Repotenciado, 21 aerogeneradores, modelo E- 70 con 57-113 metros altura y 71 metros de diámetro del rotor).



En las figuras **8.36 y 8.37** representamos un parque eólico que ocupa la cresta de la Sierra de Fates, que domina por una vertiente la planicie que se extiende hasta Tarifa y por el otro la Ensenada de Valdevaqueros. La figura **8.36** está tomada desde la primera vertiente, en la que abundan pastos y algo de vegetación a base de monte bajo y matorral. Se repite el patrón detectado en emplazamientos similares, parques eólicos ubicados sobre crestas que dominan áreas planas adyacentes, con una presencia visual de los aerogeneradores que supera ampliamente el borde de la zona de afección baja. En este caso al existir una diferencia de cota muy pronunciada, entre el emplazamiento eólico y su entorno, la presencia de los aerogeneradores se ve minorada por esta distancia.

En la figura **8.37** se representa el mismo parque eólico si bien desde el ángulo contrario y a distancias más cercanas al estar la vertiente más constreñida. En esta zona el entorno continúa manteniendo un perfil prácticamente llano pero con más irregularidades y algo más de vegetación, por lo que se percibe como menos transformado. Confrontando los panoramas de la figura observamos como a pesar de que el superior está tomado a una distancia algo menor que el inferior, el ángulo con el que está tomado reduce su impacto visual.

Del análisis realizado colegimos que para enclaves con presencia de obstáculos naturales el ángulo de visión resulta más decisivo al calibrar el impacto paisajístico de la instalación que la propia distancia. Igualmente debemos considerar la diferencia de cota entre el emplazamiento y su entorno.

Podemos concluir que la clave de una correcta implantación de un parque eólico, a efectos de paisaje, consiste en la interpretación de los elementos presentes en un enclave concreto. Nos referimos a factores de diversas escalas y naturaleza que permiten singularizar una intervención paisajística de calidad. La amalgama de matices que convergen en un determinado emplazamiento recomienda su manejo en un proyecto integral en clave paisajística y territorial. Se echa en falta la aportación de soluciones desde el ámbito de la arquitectura, con unos profesionales específicamente cualificados para la intervención paisajístico-territorial, en el desarrollo de proyectos de implantación de parques eólicos⁴⁶.

⁴⁶ En este sentido resulta esclarecedor como el imprescindible y minucioso “Diccionario Español de la Energía, Ediciones Doce Calles, Aranjuez (Madrid), 2003, ISBN: 84-9744-025-0” en sus más de 800 páginas no contenga términos como territorio y paisaje. Esta obra es una referencia en el sector de la energía y cuenta con el informe favorable de la Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales así como de la Real Academia de Ingeniería.

8.2.2.2-2: El estudio de la afección paisajística de los **parques eólicos marinos**, cuya propia naturaleza⁴⁷ los diferencia de los modelos de implantación terrestre, requiere una serie de consideraciones precedentes. Con carácter previo debemos señalar que si bien el emplazamiento es marino, sus tensiones visuales se proyectan sobre dos ámbitos territoriales bien diferenciados aunque indisolublemente ligados: el propio medio marino y la franja costera.

El medio marino alberga a los aerogeneradores y las líneas de evacuación enterradas en el lecho marino. El mar es un medio escasamente socializado por el hombre en el que apenas existen referencias visuales en cuanto se pierde el contacto con la costa. El paisaje marino está protagonizado por la línea horizontal que marca el encuentro entre el mar y el cielo. Este marco de aparente simplicidad acoge una interacción en equilibrio de múltiples efectos dinámicos como el oleaje, la nubosidad o el desplazamiento cíclico del sol, la luna y las estrellas. Cualquier distorsión dinámica (vuelo de las aves, paso de las embarcaciones, etc.) o perenne (balizas, infraestructuras portuarias, etc.) capta inmediatamente la atención del observador.

⁴⁷ Ver el apartado “7.2.1.1-2 Parques eólicos marinos” del capítulo anterior.

Por su parte, la franja costera soporta líneas de evacuación enterradas y aéreas a partir de la zona de servidumbre marítima terrestre, subestaciones eléctricas y edificaciones auxiliares (centro de seccionamiento, protección y medida, etc.). A diferencia del medio marino, la franja litoral está altamente socializada por el hombre. La concentración de todo tipo de actividades humanas y el valor de sus recursos ambientales la convierten en un escenario de alta sensibilidad. La artificialización del litoral, tanto en la franja prelitoral (1-10 km) como en el primer kilómetro, ha alcanzado en los últimos años unas cotas que lo han convertido en la mayor amenaza para los ecosistemas costeros. Su paisaje es uno de los más diversos (acantilados, humedales, dunas, etc.) y valorados. Sin embargo, y ante la falta de firmeza desde lo público en la preservación del interés general ante la presión de intereses económicos sectoriales⁴⁸, el paisaje costero ha sido uno de los más degradados por la acción humana. Son escasas las áreas del litoral que han escapado del intenso proceso de urbanización ocasionado por la ampliación de núcleos residenciales costeros o infraestructuras portuarias.

⁴⁸ A pesar del deterioro medioambiental ocasionado por la urbanización extensiva de la costa, que ha sido objeto de informes de organismos e instituciones internacionales como el Parlamento Europeo, abundan acciones legislativas tendentes a la legalización de las construcciones ilegales.

Podemos concluir que resulta recomendable, dado que cualquier intervención sobre el medio marino altera notablemente el paisaje original y que la franja litoral se encuentra altamente tensionada, seleccionar emplazamientos de parques eólicos marinos a una distancia suficiente de la costa. Al menos se deberían descartar emplazamientos offshore divisibles desde franjas de costa con alto valor paisajístico y medioambiental. La determinación de esta distancia suficiente va a depender fundamentalmente de la altura de los aerogeneradores y de la orografía del litoral (desde una costa de acantilados la distancia deberá ser mayor al aumentar el campo de visión con la altura).

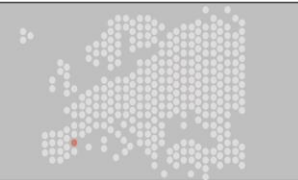
En caso de no existir alternativas técnicas, debido a la escasa plataforma continental de buena parte de la costa española, se debería optar por enclaves divisibles desde áreas ya transformadas (como ámbitos urbanos o portuarios).

Finalmente, las instalaciones e infraestructuras ubicadas en la franja litoral deberían apartarse al máximo de la línea de costa e implantarse junto a núcleos urbanos e infraestructuras existentes (al objeto de no incrementar la transformación del paisaje litoral).



Figura 8.38.-

Recreaciones virtuales de un proyecto de parque eólico marino ubicado a 3,5 kilómetros de la costa catalana.



8.2.3. El paisaje solar.....

8.2.3.1. Referencias solares.

La aparición de la vida en la tierra no se concibe sin la acción del Sol, lo que justifica la existencia de vestigios remotos sobre su representación por el hombre. Más que de evolución perceptiva en el devenir de la historia podríamos hablar de reconocimiento a lo largo del tiempo, siendo objeto de todo tipo de representaciones e interpretaciones. Esta abundancia de referencias históricas y reflexiones contemporáneas, así como la existencia de lecturas vinculadas a rituales ancestrales, a la propia naturaleza, a la religión o a una síntesis de todas ellas, ha ocupado numerosos ensayos y estudios académicos.

Por todo ello nos limitaremos a recuperar una de esas visiones ancestrales sobre el Sol (ver figura 8.39) antes de dar un salto en la historia, emulando la celebrada escena de la película “2001: Una odisea del espacio” de Stanley Kubrick, hasta las primeras representaciones de los sistemas de aprovechamiento del sol para generar electricidad. Esto nos lleva a los tiempos de la carrera espacial, en la que se comienzan a difundir imágenes de artilugios que emplean la energía solar para abastecerse.



Figura 8.39.-
Representación del Sol en las pinturas rupestres de "Lajedo de Soledade", Apodi -Rio Grande Do Norte (Brasil).



Los pioneros en el desarrollo de las expediciones al espacio exterior fueron los soviéticos, cuyo exitoso programa espacial produjo conmoción mundial y consiguió que sus avances científicos influyeran en otros campos de la acción humana (pensamiento, arte, política, etc.). Fueron unos años, a mediados del siglo pasado, en los que a la puesta en órbita del primer satélite artificial sobre la Tierra le sucedieron rápidamente el emotivo viaje espacial de la perra Laika y la hazaña de Yuri Gagarin.

La exploración del universo, que aportó una nueva dimensión sobre la fragilidad medioambiental del planeta decisiva en la consolidación de movimientos sociales como el ecologismo, se convirtió en un tema recurrente de la obra de artistas plásticos e intelectuales. Consideramos que la carrera espacial difundió la importancia de la investigación científica a niveles desconocidos hasta la fecha. Y con la aparición de satélites, sondas y naves espaciales, se puso en primer plano el potencial del empleo de células solares capaces de suministrar electricidad a estos artilugios⁴⁹.

⁴⁹ El “Vanguard 1”, lanzado por los EEUU en Cabo Cañaveral durante 1958, fue el primer ingenio espacial que aprovechó la radiación solar como fuente de energía.



Figura 8.40.-

Sello conmemorativo de la misión protagonizada por la sonda soviética “Luna 3” en el que se observan sus paneles solares. Año 1959.



En este contexto no es de extrañar que la manifestación cultural de mayor éxito del siglo pasado, la cinematografía, abordara numerosos proyectos al respecto. Si bien podemos señalar un exceso de ciencia-ficción en buena parte de las obras, su importancia en la difusión de los avances tecnológicos asociados a la exploración del espacio es innegable.

A la pionera “Viaje a la luna” (1902) de George Méliès y basada en novelas Julio Verne, le siguieron en importancia obras como “Aelita” (1924) de Yákov Protazánov y basada en la novela homónima de Alexéi Tolstói o “Una mujer en la Luna” (1929) de Fritz Lang. Los títulos se van sucediendo en numerosos países, consagrando al movimiento como género cinematográfico, alcanzado su zénit con la magistral “2001: Una odisea del espacio” (1968) o la celeberrima saga de “La Guerra de las galaxias” (1977).

Los técnicos de efectos especiales desarrollaron toda una “ingeniería espacial” en la que naves y toda suerte de artefactos afinaron su diseño para incorporar paneles solares. De esta forma, y de la mano de la ciencia-ficción, se produjo una difusión masiva del potencial de la radiación solar como fuente de energía no contaminante y del futuro.

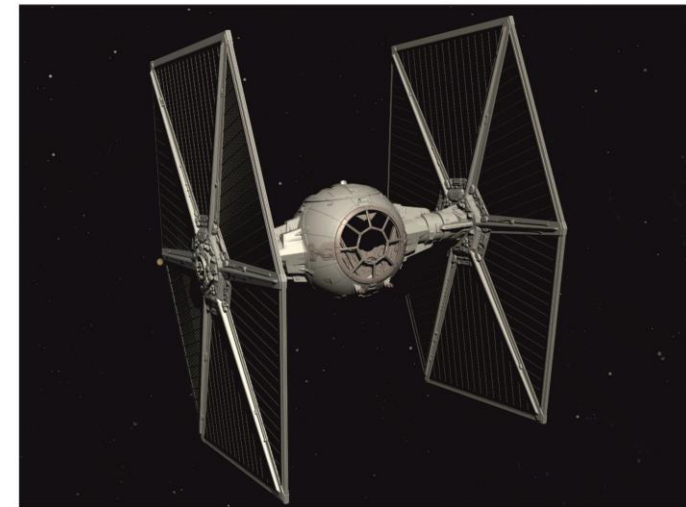


Figura 8.41.-
(Arriba) Cartel de “2001: Una odisea del espacio”, (1968).
(Abajo) Nave espacial con velas solares de la película “La guerra de las galaxias”, (1977).



El concepto de las energías renovables como fuentes limpias, inagotables y de futuro es probablemente uno de sus mayores activos. La confrontación con los intereses vinculados a la poderosa industria petrolera, que viene manteniendo la supremacía energética desde el siglo pasado, estaba servida. Esta controversia fue rápidamente trasladada al ámbito de la política, aunque con un grado de intensidad matizado en función de los intereses y recursos de cada estado, en una pugna entre corrientes ideológicas que ha llegado intacta hasta nuestros días.

Como paradigma de este enfrentamiento vamos a rescatar el episodio histórico de los vericuetos sufridos por la instalación solar de la sede oficial de la presidencia de los Estados Unidos. El presidente demócrata Jimmy Carter promovió la implantación de paneles solares en la Casa Blanca durante el año 1979. Esta instalación fue desmantelada por su sustituto en la presidencia, el republicano Ronald Reagan en 1986. Finalmente y durante el año 2010, el presidente demócrata Barack Obama anunció la instalación de unos paneles solares que se ha completado en primavera de 2014⁵⁰.

⁵⁰ Consultar noticia en el diario “The Washington Post” con fecha de 9 de mayo de 2014.

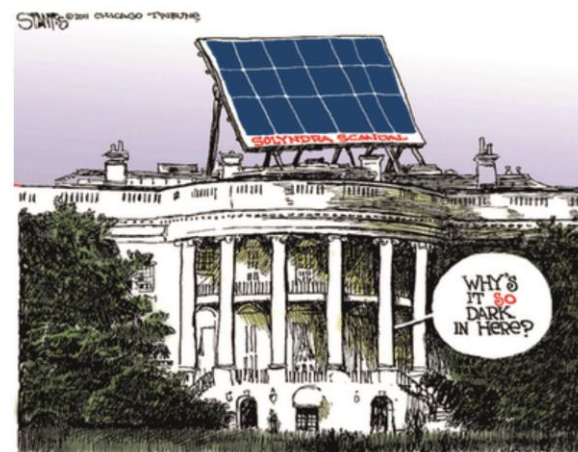


Figura 8.42.-

(Arriba) El presidente Jimmy Carter inaugurando la instalación solar de la Casa Blanca, (1979).
(Abajo) Viñeta satírica sobre la instalación solar, (2014).



Sin embargo, el mecanismo de entrada de la energía solar en nuestros hogares fue mucho más prosaico. Y es que el potencial de las aplicaciones de las células solares, dada su capacidad abastecimiento energético y de adaptación a múltiples escalas, no pasó desapercibido para el Diseño Industrial⁵¹. Sus creadores concibieron todo tipo de aparatos de uso doméstico como calculadoras, linternas, relojes, transistores, etc., que alimentados por minúsculos sistemas de energía solar han ido ocupando parcelas de nuestro quehacer cotidiano.

Desde el mundo del arte también nos llegan creaciones que aprovechan los recursos que pone a su alcance la tecnología solar. Desde el movimiento denominado “Solar Art” se emplea la energía solar como fuente energética de obras de arte animadas. La mayoría de los autores reflexionan en sus creaciones sobre la ciencia, el arte y el medio ambiente. En esta corriente podemos citar la obra “Flores Solares Bailarinas” del artista francés Alexandre Dang⁵², que recrea campos de flores en movimiento a partir de motores activados con células solares instalados en cada flor.

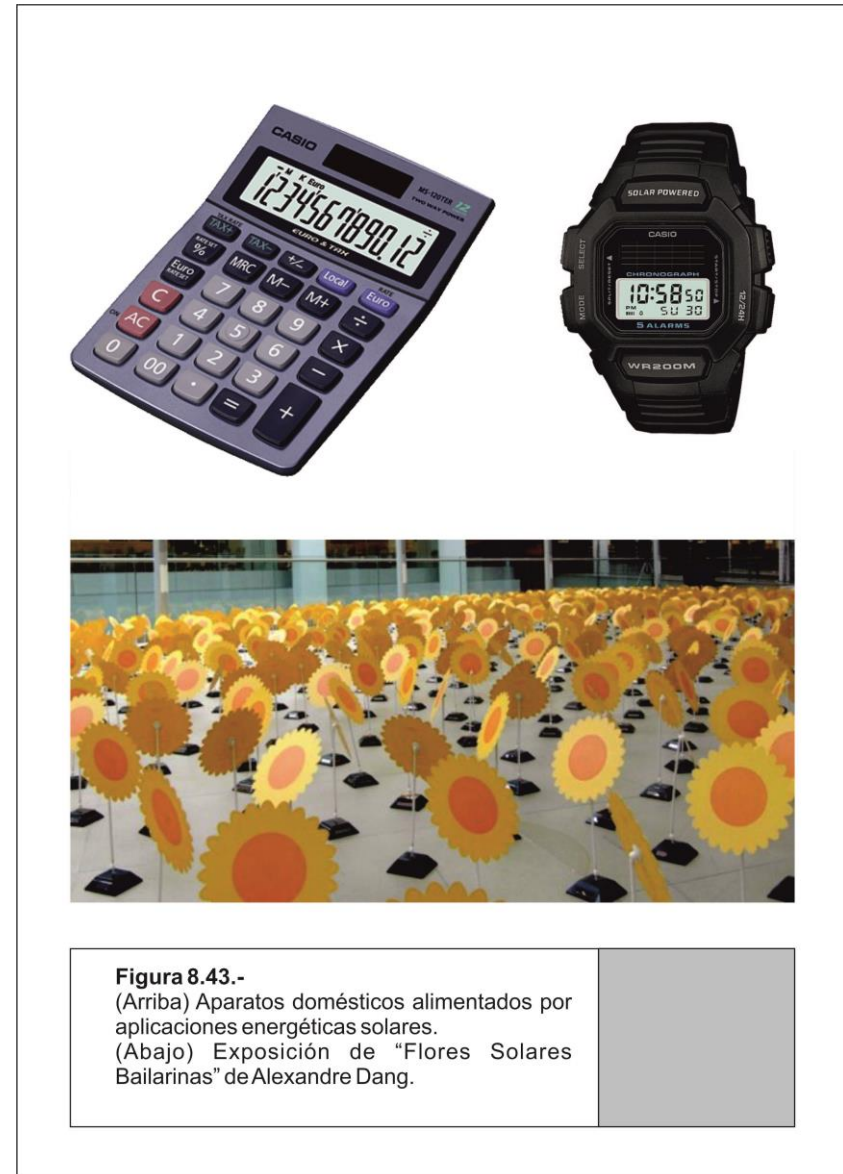


Figura 8.43.-

(Arriba) Aparatos domésticos alimentados por aplicaciones energéticas solares.

(Abajo) Exposición de “Flores Solares Bailarinas” de Alexandre Dang.

⁵¹ Uno de los referentes genuinos del sistema productivo del siglo XX.

⁵² Consultar sus creaciones en <http://www.alexandredang.com/>

Los avances experimentados por las células solares han sido tales que se han consolidado, bajo los más variopintos formatos, como un material de construcción cada vez más presente en nuestro entorno. Bajo el único requisito de estar expuestas a la radiación solar, y susceptibles de adaptación a los diseños más heterogéneos, su uso se ha convertido en habitual para todo tipo de soluciones de mobiliario urbano (bancos, pérgolas, farolas, fuentes, esculturas, etc.). En muchos casos se recurre a estos elementos de diseño urbano como soportes publicitarios, lo que ilustra de manera fidedigna el proceso experimentado por el espacio urbano en las últimas décadas.

Aprovecharemos la referencia al mundo de la publicidad para dar por concluido este apartado. Las empresas e instituciones se han volcado, mediante el lanzamiento de campañas publicitarias, en su empeño de aparecer vinculadas a las renovables. La potencial visual y conceptual de las energías renovables se ha convertido en un magnífico vehículo de transmisión de mensajes, con el consiguiente riesgo de la manipulación⁵³, centrados en el respeto al medio ambiente.

⁵³ Resulta fundamental que los organismos reguladores sigan en profundidad este tipo de campañas publicitarias para evitar que se lancen mensajes que no se ajustan a la realidad.



Figura 8.44.-
Flores solares de la campaña publicitaria del Toyota Prius, Chicago (EEUU).



8.2.3.2. Particularidades.

De forma análoga al esquema seguido en el estudio de las particularidades paisajísticas de los parques eólicos, el análisis de la incidencia paisajística de las instalaciones solares lo circunscribiremos a la escala local. Como venimos manteniendo, se trata de la escala en la que se produce el encuentro entre las condiciones del lugar y la nueva instalación. Se trata por tanto de un marco de trabajo idóneo para el manejo del paisaje en el que se conjugan como elementos proyectuales el territorio, el paisaje y la propia instalación renovable.

Dentro de las tecnologías solares encontramos una amplia variedad tipológica con las consiguientes especificidades en su repercusión paisajística. Por ello, distinguiremos entre centrales termosolares (caracterizadas por un elevado consumo de suelo y la eventual aparición de hitos paisajísticos), huertos fotovoltaicos (en los que existe una amplia gama de escalas) e instalaciones urbanas (adecuadas a las condiciones de los edificios y áreas urbanas). Dentro de cada grupo estudiaremos algunas de los modelos más representativos a efectos de incidencia sobre el paisaje.

8.2.3.2-1: La implantación de **centrales termosolares** en el estado, de las que la mitad aproximadamente se han instalado en Andalucía, requiere un análisis detallado por su incidencia territorial y paisajística. A su elevado consumo de suelo, con una potencia media de 50 megavatios y una superficie variable en función de la tecnología empleada⁵⁴, debemos añadirle la aparición de todo un sistema de infraestructuras (espejos solares, conductos, vías, depósitos, torres, balsas, sistemas de refrigeración, tendidos y subestaciones eléctricas, edificaciones auxiliares, etc.).

Estas necesidades determinan que los emplazamientos se localicen en áreas rurales próximas al trazado de redes de infraestructuras (fundamentalmente para el vertido de la energía producida y la obtención de agua). La tecnología termosolar seleccionada (Concentradores Cilindro-Parabólicos, Receptor Central, Discos Parabólicos y Fresnel) resulta decisiva al analizar su impacto visual. Las dos más utilizadas son, por este orden, las de Concentradores Cilindro-Parabólicos y las de Receptor Central. Acotaremos nuestro estudio a estas tipologías, precisando a su vez entre las de Receptor Central de cavidad y Receptor Central externo.

⁵⁴ Consultar en <http://www.protermosolar.com/>

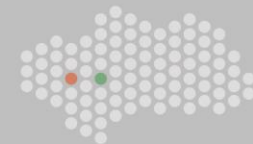
De forma análoga a los parques eólicos, buena parte de la incidencia paisajística de una central termosolar puede ser mitigada mediante una correcta selección del emplazamiento. Una vez instalada, entre los efectos detectados citaremos:

- Intrusión: la extensión superficial y el grado de intensidad de uso del campo solar, que lo incompatibiliza con otras actividades a diferencia de los parques eólicos, requiere tal implantación de infraestructuras que hacen irreconocible la configuración previa del paisaje. El efecto de intrusión se incrementa al combinarse con el de alteración, como veremos en el punto siguiente, ante la necesidad de contar con una superficie uniforme. Esta densidad de elementos en el campo solar se percibe como superior en el caso de instalaciones de Concentradores Cilindro – Parabólicos si bien, las centrales de Receptor Central aportan al paisaje la presencia de una torre de elevadas dimensiones. Aunque el impacto del campo solar se ve limitado al entorno cercano de la central, dada la escasa altura de la mayoría de sus componentes, la torre constituye un hito cuyas dimensiones suelen rondar los cien metros de altura con lo que resulta visible desde la lejanía.



Figura 8.45.-

- (Arriba) Central termosolar de Receptor Central externo.
- (Abajo) Central termosolar de Concentradores Cilindro-Parabólicos



- Alteración: los movimientos de tierra para ejecutar el campo solar alteran las formas, líneas, texturas y color del paisaje. Resulta clave, a efectos de mitigar tanto la alteración del enclave original como de facilitar su posterior integración, la selección de emplazamientos planos en los que no se requiera una gran transformación del terreno. Las centrales termosolares de Concentradores Cilindro – Parabólicos precisan, ante la necesidad de garantizar la planeidad de hileras de gran longitud⁵⁵, un campo solar más homogéneo y con menos vías interiores. Por ello, presentan un campo solar que se percibe como un gran paño continuo sobre el que se implanta la malla de CCP. Por su parte las centrales de Receptor Central precisan el trazado de numerosas vías que atraviesan y fragmentan el campo solar. En ambos casos nos referimos a un campo solar que en su conjunto ocupa una gran superficie que ha precisado su completa transformación, mediante los desbroces y movimientos de tierra, respecto a su estado original. Sería conveniente el estudio y la implementación de medidas paisajística que permitan intervenir sobre la explanación del campo solar.

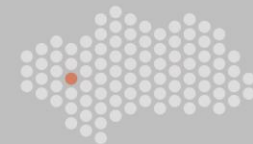
⁵⁵ Mediante la sucesión de tramos continuos de hasta 150 metros.



Figura 8.46.-

(Arriba) Campo solar de una Central termosolar de CCP.

(Abajo) Campo solar de una central termosolar de Receptor Central de cavidad.



- Fragmentación: para estudiar este efecto debemos distinguir en función de la presencia o ausencia de torre. Tanto en centrales termosolares de Concentradores Cilindro – Parabólicos como en las de Receptor Central, a partir de la gran superficie que abarca su campo solar, se produce un efecto de fragmentación sobre el enclave que ocupa. No obstante, debido a la escasa altura de los elementos que lo conforman⁵⁶, la fragmentación ocasionada por el campo solar queda mitigada casi por completo a escasa distancia de su perímetro. Este efecto se puede incrementar y a gran distancia cuando se concentran varias centrales de Receptor Central en un mismo emplazamiento. La presencia de varias torres conlleva un aumento del efecto de intrusión que genera el de fragmentación⁵⁷.
- Pantalla: se circunscribe exclusivamente al entorno inmediato del borde del campo solar, área en la que se puede detectar la ocultación parcial o incluso total de otros componentes del paisaje.

⁵⁶ Aunque debiendo considerar como salvaguarda la posición relativa del observador, en particular su cota y la presencia de obstáculos, respecto al campo solar.

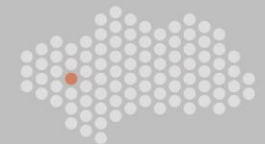
⁵⁷ Como las de las cuatro torres de SOLUCAR, Sanlúcar La Mayor.



Figura 8.47.-

(Arriba) Vista distante del efecto de concentración de torres en Solucar, Sanlúcar la Mayor (Sevilla).

(Abajo) Vista del efecto pantalla en el borde de una central de CCP.



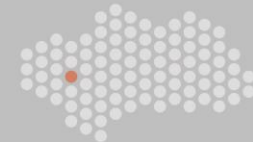
- Dinámico: generado por el movimiento de los espejos respecto a su eje horizontal, en el caso de las centrales de Concentradores Cilindro – Parabólicos, o respecto a su doble eje, en el caso de los reflectores solares de las centrales de Receptor Central. Si bien este movimiento capta la atención del observador, al seguir una dinámica natural cíclica contribuye a su integración con el entorno. A este efecto dinámico debemos unir, en las centrales de torre, los reflejos y el haz de luces focalizado sobre el receptor central. Este último es perceptible visualmente, al elevarse hasta la cúspide de la torre, a mayor distancia que el anterior.
- Ruido: emitido por el movimiento mecánico de los espejos, por las instalaciones de generación y transformación de la electricidad, por las columnas de refrigeración, etc.

La conjunción de efectos (intrusión, alteración, fragmentación, pantalla, dinámico y ruido) resulta más perceptible en las proximidades de las centrales termosolares. En estas áreas las referencias originales del paisaje quedan enmascaradas tras la implantación de una central termosolar.



Figura 8.48.-

Vista del haz de luces focalizado sobre el receptor ubicado en la torre de la central termosolar PS20 de Solucar, Sanlúcar la Mayor (Sevilla).



Podemos hablar por tanto de dos gradientes de incidencia paisajística vinculada a la implantación de una central solar. Una muy intensa en el entorno inmediato del campo solar, con poca proyección más allá de su borde en las centrales de Concentradores Cilindro – Parabólicos, y otra de bajo perfil que va perdiendo intensidad con la distancia. Como venimos manteniendo, la escasa altura de la mayoría de sus componentes facilita que con la distancia se vayan desdibujando las huellas paisajísticas de una central termosolar. No obstante, la visibilidad de la torre, cuya altura se encuentra en torno a los cien metros en la tipología de Receptor Central, traspasa ampliamente el entorno próximo de las centrales. En función de la distancia a la torre, tomando las medidas desde el borde del campo solar, podemos diferenciar entre las siguientes zonas de afección:

- Alta o Muy Alta: con un límite de tres veces la altura de la torre.
- Media: en un radio inferior a diez veces la altura de la torre. Los componentes del campo solar comienzan a hacerse visibles.
- Baja: hasta que la torre desaparece de la vista.

Por su parte, la incidencia paisajística de los elementos de baja altura se encuentra más condicionada por la orografía del enclave, y su entorno próximo, que por la propia distancia. Si bien los emplazamientos termosolares se caracterizan por su planeidad, en el entorno pueden existir lomas o cerros desde los que el ángulo de visión aumenta el impacto visual del campo solar. Se trata de puntos de observación que pueden ser críticos⁵⁸, para un correcto manejo del paisaje, y deben ser considerados al implementar las medidas tendentes a garantizar la integración paisajística de la intervención.

Siguiendo el esquema de trabajo del punto relativo a los parques eólicos terrestres⁵⁹, consideramos fundamental acercarnos a la incidencia paisajística de una central termosolar analizando varios casos reales sobre el terreno. En las figuras siguientes mostramos la visualización de diversas tipologías de centrales termosolares. En concreto, estudiaremos instalaciones solares de Receptor Central externo, Receptor Central de cavidad y Concentradores Cilindro – Parabólicos.

⁵⁸ En el caso de superponerse o hallarse en las inmediaciones de núcleos de población, áreas de interés patrimonial, vías de comunicación, rutas e itinerarios culturales, etc.

⁵⁹ Ver punto 8.2.2.2-1.



● Zona Afección: Baja. Distancia 4.000 metros.



● Zona Afección: Baja. Distancia 3.750 metros.



● Zona Afección: Baja. Distancia 3.000 metros.



● Zona Afección: Baja. Distancia 2.000 metros.



● Zona Afección: Media. Distancia 500 metros.



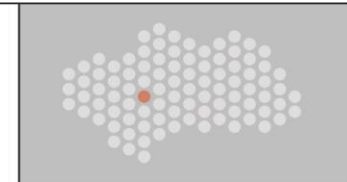
● Zona Afección: Alta o Muy Alta. Distancia 0 metros.

Figura 8.49.-
Evolución del impacto visual de la central termosolar de receptor central externo
“Gemasolar”, Fuentes de Andalucía (Sevilla).
(Campo solar 185 hectáreas, 2.650 helióstatos, altura de torre 140 metros).





Figura 8.50.-
Vista de la central termosolar de receptor central externo “Gemasolar”, Fuentes de Andalucía (Sevilla).
(Campo solar 185 hectáreas, 2.650 helióstatos, altura de torre 140 metros).



Las figuras **8.49** y **8.50** contienen imágenes de la central termosolar de Receptor Central externo “Gemasolar”. Se trata de un central que dispone su torre, de unos 140 metros, en el centro de un campo solar de unas 185 hectáreas. Las edificaciones auxiliares principales se agrupan en el centro del campo solar, junto a la torre, por lo que el conjunto presenta una vista similar a lo largo de su perímetro. Las principales diferencias en su percepción externa se deben más, que al propio ángulo de observación, a las características físicas del entorno. A pesar de la notable altura de algunas de las edificaciones auxiliares, que llegan a superar los 20 metros, su ubicación en el centro del campo solar las hace poco visibles desde el exterior⁶⁰.

En la figura **8.49** se muestra una aproximación lineal, siguiendo la vía de acceso a la central, que comienza a 4 kilómetros de distancia y termina en el perímetro del campo solar. El entorno es plano y tiene un marcado carácter rural, predominando el cultivo de cereales y olivar. La torre, que es percibida con facilidad a distancia al alcanzar los 140 metros de altura, protagoniza un claro efecto de intrusión sobre el paisaje original de difícil atenuación.

⁶⁰ Debido, fundamentalmente, a su distancia al perímetro de la instalación y al efecto pantalla de los helióstatos del campo solar.

Por el contrario, y debido también a la orografía plana del emplazamiento, los helióstatos del campo solar apenas se distinguen hasta que nos adentramos a la zona de afección media. En la zona de afección baja suelen quedar ocultos detrás de cualquier repunte del terreno o de la propia vegetación existente en la zona.

La aproximación seguida hasta el borde del campo solar nos permite concluir que en enclaves planos, aquellos que no requieren importantes movimientos de tierra, la incidencia paisajística de la planta solar es de escasa intensidad en la zona de afección baja. Con la salvedad del efecto de intrusión de la torre, se respetan las líneas, texturas y resto de componentes del paisaje original. En la zona de afección media, coincidiendo con la visualización de los elementos que conforman el campo solar, los elementos originarios del paisaje comienzan a declinar su protagonismo en beneficio de las nuevas infraestructuras. Finalmente, en la zona de afección alta o muy alta el nivel de incidencia paisajística es muy elevado ante la pérdida de referencias del paisaje primigenio. En la figura **8.50**, refleja el encuentro entre el campo solar y su entorno, se muestra precisamente el contraste existente entre el estado inicial del terreno y su transformación tras la implantación de la central.



● Zona Afección: Baja. Distancia 6.000 metros.



● Zona Afección: Baja. Distancia 5.500 metros.



● Zona Afección: Baja. Distancia 5.000 metros.



● Zona Afección: Baja. Distancia 5.000 metros.



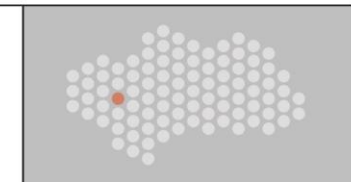
● Zona Afección: Baja. Distancia 4.750 metros.



● Zona Afección: Baja. Distancia 4.250 metros.

Figura 8.51.-

Evolución del impacto visual de la central termosolar de receptor central de cavidad “PS20”, Sanlúcar La Mayor (Sevilla).
(Campo solar 78,50 hectáreas, 1.255 helióstatos, altura de torre 165 metros).





● Zona Afección: Baja. Distancia 2.750 metros.



● Zona Afección: Baja. Distancia 2.500 metros.



● Zona Afección: Baja. Distancia 2.250 metros.



● Zona Afección: Baja. Distancia 2.250 metros.



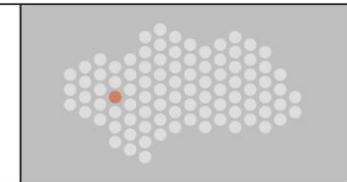
● Zona Afección: Baja. Distancia 2.000 metros.



● Zona Afección: Baja. Distancia 1.750 metros.

Figura 8.52.-

Evolución del impacto visual de la central termosolar de receptor central de cavidad “PS20”, Sanlúcar La Mayor (Sevilla).
(Campo solar 78,50 hectáreas, 1.255 helióstatos, altura de torre 165 metros).





● Zona Afección: Baja. Distancia 1.750 metros.



● Zona Afección: Media. Distancia 1.000 metros.



● Zona Afección: Media. Distancia 900 metros.



● Zona Afección: Media. Distancia 900 metros.



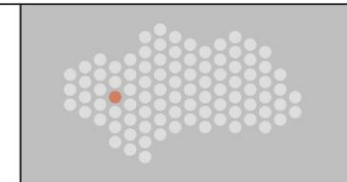
● Zona Afección: Media. Distancia 800 metros.

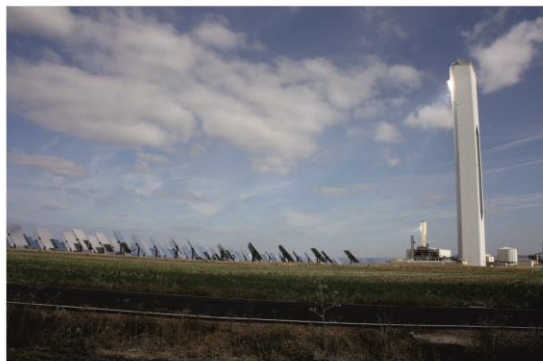


● Z. Afección: Alta o Muy Alta. Distancia 400 metros.

Figura 8.53.-

Evolución del impacto visual de la central termosolar de receptor central de cavidad “PS20”, Sanlúcar La Mayor (Sevilla).
(Campo solar 78,50 hectáreas, 1.255 helióstatos, altura de torre 165 metros).





● Z. Afección: Alta o Muy Alta. Distancia 175 metros.



● Z. Afección: Alta o Muy Alta. Distancia 120 metros.



● Z. Afección: Alta o Muy Alta. Distancia 100 metros.



● Z. Afección: Alta o Muy Alta. Distancia 100 metros.



● Z. Afección: Alta o Muy Alta. Distancia 100 metros.

Figura 8.54.-

Evolución del impacto visual de la central termosolar de receptor central de cavidad “PS20”, Sanlúcar La Mayor (Sevilla).
(Campo solar 78,50 hectáreas, 1.255 helióstatos, altura de torre 165 metros).

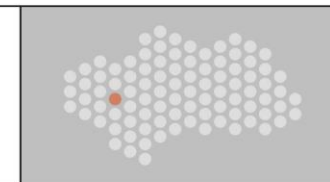
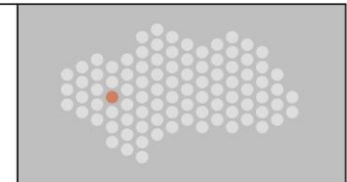




Figura 8.55.-
Vista de la central termosolar de receptor central de cavidad “PS20”, Sanlúcar
La Mayor (Sevilla).
(Campo solar 78,50 hectáreas, 1.255 helióstatos, altura de torre 165 metros).



La relación de figuras **8.51-8.55** contienen imágenes de la central termosolar de Receptor Central de cavidad “PS20”. La central forma parte de las instalaciones de SOLUCAR, Sanlúcar la Mayor (Sevilla), por lo que en las imágenes es frecuente que aparezcan las otras tres torres que completan el conjunto (PS10, CRSALES y SOLUGAS). Se trata de un central que dispone su torre, de unos 165 metros, en el borde de un campo solar de unas 78,50 hectáreas. Las edificaciones auxiliares principales se agrupan junto a la torre, siendo fácilmente divisables, por lo que el conjunto presenta una vista no uniforme a lo largo de su perímetro.

El emplazamiento de la central no es completamente plano, apareciendo suaves ondulaciones en un entorno de vocación rural destinado principalmente al cultivo del cereal. La consideración de estas ondulaciones, que modifican el ángulo de observación, resulta fundamental a la hora de calibrar el impacto paisajístico del conjunto. En ocasiones constituyen pequeñas atalayas desde las que se domina el campo solar y resto de infraestructuras, al elevar el ángulo de observación, y en otras conforman una pantalla natural que oculta casi completamente el conjunto⁶¹.

⁶¹ Con la salvedad de la torre, que es percibida a distancia.

En las figuras de **8.51** a **8.54** se muestra una aproximación circundante, desde ángulos de observación distintos, que comienza a 6 kilómetros de distancia y termina en el perímetro del campo solar. Este acercamiento envolvente nos permite contrastar como las diferencias perceptivas de los elementos, a idénticas distancias pero con ángulos distintos, se deben al efecto vinculado a la presencia de las lomas anteriormente expuesto. Por lo general, como desarrollaremos a continuación, en la zona de afección baja sólo se divisa la torre. Circunstancialmente la torre aparece oculta, de forma parcial o completa, tras la vegetación o las ondulaciones del terreno. Por su parte, en la zona de afección media comienzan a vislumbrarse las siluetas de los depósitos e infraestructuras auxiliares. Finalmente, en la zona de afección alta o muy alta se divisan los helióstatos y el perímetro de la central solar.

Esta sucesión en la aparición de elementos, vinculada a la cercanía del observador al perímetro del campo solar y al ángulo de observación, define la secuencia en la que graduamos el impacto visual de la central. Así, desde el esbozo de la torre en la distancia hasta la concreción del campo solar en las zonas aledañas a su perímetro, podemos calibrar el impacto visual del conjunto.

La figura **8.51** contiene imágenes tomadas en la zona de afección baja, a una distancia comprendida entre los seis y los cuatro kilómetros aproximadamente respecto al perímetro del campo solar. En todas ellas se detecta la presencia de la torre y el haz de luces reflejado por los helióstatos. A pesar del efecto de intrusión de la torre, matizado por su ocultación completa o parcial tras la vegetación o las ondulaciones del terreno existentes, su nivel impacto visual se puede calibrar como de baja intensidad. Podemos concluir que se mantienen las líneas y texturas primigenias del paisaje.

La figura **8.52** sigue centrada en la zona de afección baja, en este caso entre los tres y los dos kilómetros aproximadamente. En todas ellas se confirman los efectos detectados en la figura anterior, si bien ante la presencia del resto de torres de SOLUCAR se apunta un incipiente efecto de fragmentación que se irá consolidando con la aproximación al conjunto.

La figura **8.53** se adentra en las zonas de afección media y alta o muy alta. A la intensificación de los efectos vinculados a las torres debemos añadir la presencia de nuevas infraestructuras, fundamentalmente de evacuación de la electricidad generada, y a la aparición de los elementos del campo solar de mayor altura (torres de refrigeración, depósitos, etc.).

Concluimos que en la zona de afección media, la influencia de la orografía del entorno va perdiendo importancia en beneficio de la contundencia de la cercanía de la torre y de los primeros elementos divisables del campo solar. Las líneas naturales del paisaje van cediendo protagonismo a los nuevos elementos. Esta dinámica se va acentuando con el acercamiento al perímetro del campo solar y marca la intensificación de la transformación del paisaje.

La figura **8.54** sólo contiene imágenes tomadas en la zona de afección alta o muy alta, a una distancia inferior a los doscientos metros respecto al perímetro del campo solar. En la misma, las referencias al paisaje original son difíciles de encontrar e incluso se producen efectos pantalla entre las propias infraestructuras vinculadas a la central solar.

Finalmente, la figura **8.55** muestra la imagen más característica de una central termosolar con Receptor Central de cavidad. En un extremo las infraestructuras y edificaciones auxiliares se concentran junto a la torre, que capta el reflejo solar en su tramo superior. En el otro el campo solar se expande por el terreno, dispersando los helióstatos en torno a vías concéntricas a la torre, alterando la configuración del paisaje original.



● Distancia: 2.500 metros.



● Distancia: 2.000 metros.



● Distancia: 1.750 metros.



● Distancia: 1.250 metros.



● Distancia: 1.250 metros.

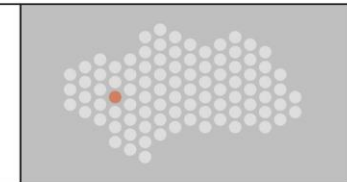


● Distancia: 1.000 metros.

Figura 8.56.-

Evolución del impacto visual del conjunto de centrales termosolares de CCP “SOLNOVA1,3 y 4”, Sanlúcar La Mayor (Sevilla).

Por cada planta: (Campo solar de 115 hectáreas, potencia instalada de 50 MW).





● Distancia: 500 metros.



● Distancia: 350 metros.



● Distancia: 0 metros.



● Distancia: 0 metros.



● Distancia: 0 metros.



● Distancia: 0 metros.

Figura 8.57.-

Evolución del impacto visual del conjunto de centrales termosolares de CCP “SOLNOVA1,3 y 4”, Sanlúcar La Mayor (Sevilla).
Por cada planta: (Campo solar de 115 hectáreas, potencia instalada de 50 MW).

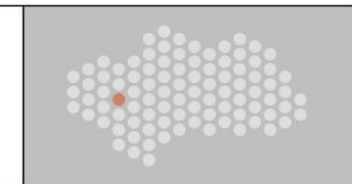
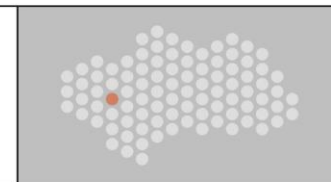




Figura 8.58.-

Vista de la central termosolar de CCP “SOLNOVA 4”, Sanlúcar La Mayor (Sevilla).
(Campo solar de 115 hectáreas, potencia instalada de 50 MW).



La relación de figuras **8.56-8.58** contienen imágenes del conjunto de centrales termosolares de Concentradores Cilindro–Parabólicos “SOLNOVA 1,3 y 4”. Al encontrarse cercano a las centrales de Receptor Central SOLUCAR, Sanlúcar la Mayor (Sevilla), es frecuente que las torres aparezcan al fondo de las imágenes. Se trata de centrales con un campo solar de unas 115 hectáreas en cuyo centro se ubican las edificaciones auxiliares principales, como elementos de mayor altura. Al no disponer de torre, en su análisis paisajístico la distancia del punto de observación resulta menos relevante que su propia configuración física (orografía del entorno, presencia de pantallas naturales o artificiales, ángulo de observación, etc.). Por ello no recurrimos a la determinación de zonas de afección, siguiendo el modelo de las centrales de receptor central, vinculadas a la distancia al perímetro del campo solar en función de la altura de la torre.

El emplazamiento de las centrales contiene ligeras ondulaciones que han exigido la ejecución de notables movimientos de tierra para dotar al campo solar de la planeidad precisa. Estas obras aumentan el impacto visual de las centrales en el entorno del propio perímetro del campo solar; si bien lo reducen, al rebajar la cota del conjunto respecto a las áreas vecinas, a medida que se aleja el observador.

En la figura **8.56**, muestra imágenes tomadas entre los dos mil quinientos y los mil metros, apenas si se llegan a vislumbrar las centrales. La baja altura del conjunto y la presencia de pantallas naturales, sólo permiten percibir las instalaciones a raíz del reflejo solar de los propios concentradores. A partir de los mil metros se comienzan a percibir las edificaciones e instalaciones auxiliares. El paisaje rural del entorno, cultivo de cereal, mantiene el protagonismo frente a los nuevos elementos.

En la figura **8.57**, contiene imágenes tomadas entre los quinientos metros y el propio borde de la central, se perciben con claridad los CCP del campo solar y las edificaciones auxiliares. En el perímetro de la central no queda ninguna referencia del paisaje original debido a los movimientos de tierra, que dan forma al campo solar, así como a la presencia de las hileras de CCP y resto de artefactos e infraestructuras.

Por último, la figura **8.58** muestra una imagen de “SOLNOVA 4” desde un punto de observación que concilia la implantación de la central con los elementos principales del paisaje original (líneas del paisaje, textura, cromatismo, etc.). Se percibe como desde las infraestructuras y edificaciones auxiliares, a la izquierda, se extiende el campo solar sobre el territorio.

8.2.3.2-2: La mayor parte de los **huertos fotovoltaicos** se implantan en ámbitos no urbanos. Por ello, nuestro análisis se centrará en aquellas instalaciones fotovoltaicas instaladas sobre el suelo en áreas rurales. Las soluciones fotovoltaicas urbanas serán estudiadas, junto al resto de instalaciones solares ubicadas en las ciudades, en el punto siguiente.

La búsqueda de un emplazamiento destinado a huerto solar precisa de la concurrencia de una serie de factores que, mayoritariamente, circunscriben su localización a las áreas rurales. En primer lugar, como en la implantación de cualquier actividad, se precisa la obtención de suelo a un precio acorde con el rendimiento que se va a obtener del mismo⁶². En segundo lugar se necesita una superficie apta para la instalación solar no siempre disponible, por limitaciones físicas y normativas, en los núcleos urbanos. De hecho, la totalidad de las instalaciones solares urbanas ha tenido que compatibilizar su explotación con la propia trama urbana preexistente (edificios, espacios libres, etc.). Finalmente, se precisa la cercanía de redes de infraestructuras eléctricas para el vertido de la producción energética.

⁶² Debemos recordar, que las instalaciones fotovoltaicas implantadas sobre el suelo son incompatibles con otras actividades.

Una vez dirimido el ámbito espacial que soportará la incidencia paisajística de un huerto solar, el rural, revisaremos otras dos cuestiones que determinarán el marco de partida de nuestro estudio: el tamaño y la tecnología empleada.

En lo que respecta al tamaño podemos establecer que las instalaciones fotovoltaicas, respecto a otras soluciones renovables generadoras de electricidad, son las que precisan un mínimo de inversión más bajo. Esto ha permitido: por un lado que sea considerada como la tecnología más “democrática”, al permitir su promoción por agentes sin excesivo músculo financiero y ajenos al mercado energético tradicional; y por otro lado, aunque vinculado al aspecto anterior, a la proliferación de instalaciones de superficie muy diversa y directamente proporcional a la inversión realizada.

El tercer aspecto, la tecnología empleada, resulta igualmente decisivo para calibrar el impacto visual de la instalación. Los huertos solares implantados sobre el suelo, ver punto 7.2.2.1-1, pueden tener módulos sin seguimiento o con seguimiento de uno o dos ejes. Paisajísticamente diferenciaremos, en función de la intensidad de uso del campo solar, entre módulos en hilera (sin seguimiento o con seguimiento de un eje) o autónomos (con seguimiento de dos ejes).

Los aspectos expuestos anteriormente, como sucede en la implantación de cualquier actividad humana, están intrínsecamente relacionados entre sí y son deudores de una lógica eminentemente economicista. En el deber de buena parte de las instalaciones renovables, como venimos apuntando en el presente estudio, hallamos una escasa atención a la calidad de los proyectos ejecutados. Esta tendencia se acentúa en la medida en que se recorta el presupuesto de la intervención. El recurso a soluciones estandarizadas, en base a un supuesto ahorro económico, no es la herramienta más recomendable a la hora de intervenir en espacios sensibles para el manejo del paisaje. De esta forma, los modelos más frecuentes implantados en nuestro territorio están directamente vinculados a la capacidad económica de los promotores. Así, podemos encontrar:

- Pequeños huertos solares sin seguimiento, como solución de menor coste y más extendida.
- Huertos solares medianos o grandes, sin seguimiento o con seguimiento de un eje, como solución de coste intermedio.
- Huertos solares con seguimiento a dos ejes como solución más costosa.

Por lo general, y a juicio del autor, la densificación del uso del campo solar limita la capacidad del proyectista para mejorar la integración paisajística del conjunto. No debemos renunciar a la intervención sobre el campo solar, realzando aquellos elementos naturales presentes en el enclave, en pos de la mejora de la calidad del proyecto. Por ello, entendemos que los huertos solares con soluciones de módulos en hilera, sin seguimiento o con seguimiento a un eje, pueden tener mayor incidencia sobre el paisaje que los huertos solares con módulos autónomos (seguimiento a dos ejes).

La visualización de un campo solar altamente densificado, como en las soluciones con módulos sin seguimiento o con seguimiento a un eje, es homogénea y oculta completamente cualquier referencia al estrato original. Su ejecución implica la realización de movimientos de tierra que garanticen la planeidad de cada hilera o de la totalidad del campo solar⁶³. Por su parte, los huertos solares con módulos autónomos liberan gran parte del campo solar, si bien tienen una altura muy superior al de los alineados en hilera, permitiendo la intervención sobre el mismo y posibilitando la ejecución de medidas que mejoren su integración paisajística.

⁶³ En función de la orografía del enclave.

Al igual que en cualquier implantación de una actividad sobre el territorio, buena parte de su impacto paisajístico puede ser controlado mediante una correcta selección del enclave. Una vez completada la instalación de un huerto fotovoltaico en un emplazamiento concreto, podemos detectar los siguientes efectos:

- **Intrusión:** la incorporación al paisaje de un elemento novedoso de formas geométricas y con una superficie considerable, ocupado por hileras continuas o módulos discontinuos con un cromatismo más propio de artefactos industriales, genera un efecto de intrusión sobre un entorno con marcado carácter rural o natural. Las hileras continuas presentan una altura menor, lo que reduce su incidencia paisajística, aunque aumentan la intensidad de uso del campo solar. Los seguidores aislados tienen mayor altura, lo que aguda su incidencia visual, aunque reducen la intensidad de uso del campo solar. Tanto la altura de los módulos como la densidad del campo solar son directamente proporcionales al efecto intrusión sobre el paisaje original. Por todo ello, se deben estudiar las características de cada enclave al objeto de calibrar el tipo de instalación fotovoltaica con menor incidencia paisajística sobre su entorno.



Figura 8.59.-

- (Arriba) Huerto fotovoltaico en hileras, Ronda (Málaga).
- (Abajo) Central fotovoltaica con seguidores a dos ejes, Amareleja (Portugal).



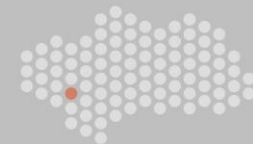
- **Alteración:** los movimientos de tierra precisos para habilitar el campo solar de un huerto fotovoltaico alteran las líneas y cromatismo del paisaje original. El terreno sobre el que se construye la planta fotovoltaica queda transformado de forma parcial o completa, en su propia textura, e igualmente queda oculto de forma parcial o completa tras los módulos fotovoltaicos. Estamos por tanto ante un efecto de alteración estrechamente ligado a la tecnología empleada, módulos en hilera o estructuras autónomas, y a la orografía del enclave. Como venimos manteniendo, la selección de emplazamientos con escaso desnivel, que implican una menor necesidad de ejecutar desmontes y rellenos, enclavados en cuencas visuales reducidas permite atenuar este efecto sobre el paisaje. No obstante, las instalaciones ejecutadas en Andalucía han optado mayoritariamente por lomas y colinas o por llanuras (fluviales, altiplanos, etc.) que poseen amplias cuencas visuales⁶⁴. Por lo general, tampoco han implementado medidas de integración sobre el campo solar.

⁶⁴ MÉRIDA RODRÍGUEZ, Matías, LOBÓN MARTÍN, Rafael, PERLES ROSELLÓ, María Jesús, *Las plantas fotovoltaicas en el paisaje. Tipificación de impactos y directrices de integración paisajística*. Nimbus nº 25-26, 2010, pp.131.



Figura 8.60.-

(Arriba) Campo solar de HF en hilera sin seguimiento.
(Abajo) Campo solar de HF con seguidores a dos ejes.
Dos Hermanas (Sevilla).



- Fragmentación: este efecto podemos registrarlo, básicamente, en dos escenarios. En primer lugar, en aquellas áreas ocupadas por centrales fotovoltaicas de gran extensión y en cuyo entorno se pierden las referencias del paisaje original. Y en segundo lugar, en áreas en las que se ha procedido a la concentración de varios huertos solares de superficie diversa. En ambos casos, podemos diagnosticar como, ante la ausencia de normativas u ordenanzas reguladoras, se ha superado la capacidad de acogida del emplazamiento. Dado que, incluso en el caso de los seguidores autónomos, la altura de los componentes de huerto solar no es demasiado elevada, este efecto queda mitigado en función de la distancia y ángulo del observador.
- Pantalla: el efecto pantalla se circunscribe exclusivamente al perímetro del campo solar, ámbito en el que podemos llegar a registrar la ocultación parcial o total de otros componentes del paisaje. Este efecto puede cobrar una incidencia especial cuando las instalaciones solares se encuentran próximas a recorridos o puntos de observación transitados. Los tratamientos del perímetro pueden mitigar su intensidad.



Figura 8.61.-
Concentración de huertos
fotovoltaicos de diversa tecnología
en Arico, Santa Cruz de Tenerife
(Canarias).



- Dinámico: a partir del reflejo de las células fotovoltaicas, efecto que varía en función de la posición del Sol, así como al movimiento de seguimiento de los módulos solares. Este último se percibe especialmente en los seguidores autónomos de dos ejes, y cambia el cromatismo con el que se visualiza el huerto solar desde un punto concreto. Los seguidores pueden mostrar la cara en la que se encuentran las módulos fotovoltaicos, con su color grisáceo azulado característico, o su parte trasera compuesta por la estructura soporte y de tonos más claros.
- Ruido: emitido por el movimiento mecánico de los módulos fotovoltaicos y por las instalaciones de generación y transformación de la electricidad, etc. El ruido generado por un huerto solar se percibe a escasos metros de su perímetro, quedando oculto por el sonido ambiente en cuanto nos alejamos.

En las proximidades del huerto solar, dada la escasa altura de la mayoría de sus componentes, podemos detectar con mayor facilidad la conjunción de los efectos indicados (intrusión, alteración, fragmentación, pantalla, dinámico y ruido).

De forma análoga a lo expuesto para las centrales termosolares⁶⁵, detectamos dos niveles de incidencia paisajística de un huerto solar. Uno más intenso en las cercanías del huerto, como hemos expuesto con anterioridad, y otro que va perdiendo intensidad con la distancia. La delimitación entre ambos gradientes, y el grado con el que va cediendo protagonismo con la distancia, depende fundamentalmente de la cuenca visual en la que se enmarca. Debemos estudiar cada emplazamiento de manera independiente considerando su orografía, la presencia vías y recorridos transitados, hitos del paisaje, cromatismo, localización de núcleos urbanos, etc.

Concluiremos el análisis de las particularidades e incidencia paisajística de los huertos fotovoltaicos, manteniendo el esquema seguido para otras tecnologías renovables, estudiando varios casos reales sobre el terreno. En las figuras siguientes mostramos varios modelos de huertos fotovoltaicos tal como se perciben desde su entorno inmediato y más lejano. En concreto, estudiaremos instalaciones fotovoltaicas con módulos en hilera y autónomos (con seguimiento de dos ejes) ubicados en emplazamientos diversos.

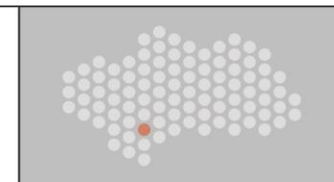
⁶⁵ Ver punto 8.2.3.2-1.



● Distancia: 250 metros.

Figura 8.62.-

Vistas de huerto fotovoltaico fijo con inclinación 30°, promovido por Sunergy, ubicado junto a Acinipo en Ronda (Málaga).
(Campo solar de 4,5 hectáreas, potencia instalada de 1,9 MW).

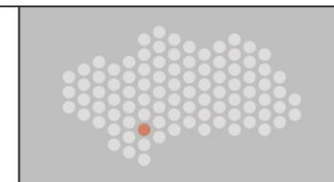




● Distancia: 2.500 metros.

Figura 8.63.-

Vistas de huerto fotovoltaico fijo con inclinación 30° ubicado junto a Acinipo en Ronda (Málaga).
(Campo solar de 5 hectáreas, potencia instalada de 1,5 MW).



La figura **8.62** muestra un huerto solar fotovoltaico instalado en un área rural del municipio de Ronda (Málaga). Con una extensión de 4,5 hectáreas y una potencia instalada de 1,9 megavatios, responde a la tipología de hileras fotovoltaicas fijas con inclinación a 30°. El emplazamiento se ubica en el borde de una plataforma natural con ligeras ondulaciones, que domina varias depresiones recorridas por arroyos. Se encuentra cercano al yacimiento arqueológico de Acinipo, lo que unido al carácter rural y natural del entorno, lo convierten en un área de alta sensibilidad paisajística. El enclave no es fácil de divisar desde los principales itinerarios que recorren la zona, carretera de Setenil de las Bodegas a Ronda, al encontrarse parcialmente oculto tras las partes altas de la plataforma que ocupa. El campo solar se divide a su vez en tres grupos de hileras contiguas que se adaptan, a pesar de detectarse algún movimiento de tierra, a la topografía del enclave. Esta directriz orgánica mejora su integración en el entorno. Debido a la escasa altura de las hileras, que se ocultan con la vegetación y orografía del entorno con facilidad, los elementos más visibles son los centros de transformación. Estos se localizan en las dos vías interiores y en el perímetro del conjunto, y debido a su volumen prismático de color blanco contrastan notablemente respecto al resto del campo solar. El conjunto se presenta compacto, sin espacio para el sustrato original.

La figura **8.63** contiene un huerto solar fotovoltaico situado a escasos cuatrocientos metros del estudiado en la figura anterior. Ocupa una superficie algo superior, de unas 5 hectáreas, y tiene una potencia instalada de 1,5 megavatios. Esto se debe a que su campo solar, con forma discontinua, es menos denso. En este caso se ha optado por un emplazamiento que, a pesar de ocupar una ladera con cota inferior a la de la plataforma del huerto precedente, es más visible desde el entorno. Es divisible con nitidez desde el principal itinerarios de la zona, carretera de Setenil de las Bodegas a Ronda, al no disponer de pantallas naturales que lo oculten. Los centros de transformación e instalaciones auxiliares se agrupan en el centro de la instalación, por lo que resulta difícil percibirlos desde el exterior. El campo solar ha requerido movimientos de tierra, por lo que las hileras fotovoltaicas no siguen la cota natural del terreno. Esto aumenta la incidencia visual del conjunto y su efecto de intrusión. Al tratarse de un campo solar menos denso, en el que se puede percibir el sustrato en determinados huecos de las hileras, se reduce su impacto visual al asimilar la propia instalación parte del cromatismo original del entorno. La falta de continuidad del campo solar unida a la falta de elementos naturales que lo oculten (lomas, vegetación, etc.), aumentan su incidencia visual.



● Distancia: 500 metros.

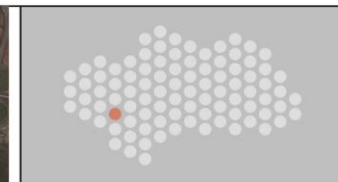


● Distancia: 100 metros.



● Distancia: 0 metros.

Figura 8.64.-
Vistas del huerto fotovoltaico sin seguimiento “El Maestre”, Dos Hermanas (Sevilla).
(Campo solar de 13 hectáreas, potencia instalada de 5,2 MW).





● Distancia: 0 metros.



● Distancia: 0 metros.



● Distancia: 0 metros.



● Distancia: 0 metros.



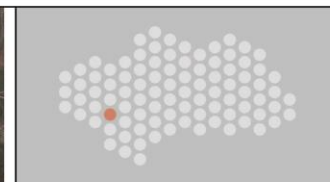
● Distancia: 0 metros.



● Distancia: 0 metros.

Figura 8.65.-

Vistas del huerto fotovoltaico sin seguimiento “El Maestre”, Dos Hermanas (Sevilla).
(Campo solar de 13 hectáreas, potencia instalada de 5,2 MW).



Las figuras **8.64** y **8.65** muestran el huerto solar fotovoltaico “El Maestre”, instalado junto a la colada de Los Palacios en el término municipal de Dos Hermanas (Sevilla). En realidad se trata de una agrupación de instalaciones solares fotovoltaicas formando un conjunto de forma trapezoidal y superficie aproximada de 13 hectáreas. La tecnología utilizada es la de hileras fotovoltaicas fijas con inclinación a 30° y su emplazamiento es prácticamente plano. El campo solar ha sido completamente nivelado, tomando como referencia la cota más baja, lo que aumenta su efecto de alteración. No obstante y al rebajar su cota, respecto a la mayor parte de su perímetro, reduce su incidencia visual al quedar oculto por la vegetación del entorno. Solo se puede visualizar a media y corta distancia.

En la figura **8.64** se muestra su incidencia visual a 500 metros, a 100 metros y desde el borde del campo solar. A 500 metros de distancia, y al estar rebajado, el huerto solar no altera las líneas del paisaje. Aparece parcialmente oculto tras la vegetación existente y la alteración cromática que incorpora al paisaje no resulta excesiva. Como podemos observar, su impacto sobre el paisaje original empieza a cobrar intensidad a partir de los 100 metros. Una vez divisado el campo solar se detectan los cambios cromáticos provocados por los movimientos de tierra y se alteran las líneas del paisaje.

El huerto solar “El Maestre” no se avista desde el principal itinerario rodado del entorno, la anexa y transitada A-4 de Sevilla-Cádiz, al discurrir por una cota inferior. No obstante, si se percibe con claridad desde la colada de Los Palacios.

La figura **8.65** contiene un recorrido perimetral, por el borde de la instalación fotovoltaica, que finaliza en la vía que lo atraviesa y que acoge los centros de transformación y edificaciones auxiliares. En el mismo se observa la incidencia visual de las hileras fotovoltaicas desde ángulos diversos (frontal, lateral y dorsal). Según la localización del observador varía el cromatismo del huerto en función de que se aviste la plataforma del campo solar o los módulos de las hileras fotovoltaicas superpuestas frontal o dorsalmente. También se recoge la visión de la valla perimetral, sobre la que no se ha implementado ninguna medida de integración paisajística, desde un ángulo de la instalación. En las imágenes tomadas desde el borde, en las que se aprecia el carácter rural del entorno, se puede contrastar la transformación del paisaje tras la implantación del huerto fotovoltaico. Finalmente, el recorrido concluye con una imagen de la vía central de la instalación. En la misma se aprecia como los módulos que albergan los centros de transformación, y otras instalaciones, superan la altura de las hileras fotovoltaicas.



Distancia: 0 metros.



● Distancia: 0 metros.



● Distancia: 0 metros.



● Distancia: 0 metros.



● Distancia: 0 metros.



● Distancia: 0 metros.

Figura 8.66.-

Vistas del huerto fotovoltaico con seguimiento a dos ejes “El Copero”, Dos Hermanas (Sevilla).
(Campo solar de 9,3 hectáreas, potencia instalada de 1 MW).

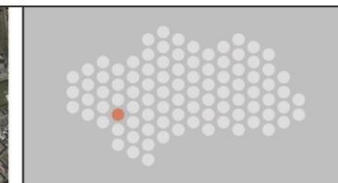




● Distancia: 0 metros.

Figura 8.67.-

Vistas de huerto fotovoltaico con seguimiento a dos ejes “El Copero”, Dos Hermanas (Sevilla).
(Campo solar de 9,3 hectáreas, potencia instalada de 1 MW).



Las figuras **8.66** y **8.67** muestran el huerto solar fotovoltaico “El Copero”, implantado en el término municipal de Dos Hermanas (Sevilla). Ocupa una superficie aproximada de 9,3 hectáreas y tiene una potencia instalada de 1 megavatio. La tecnología utilizada es la de seguidores fotovoltaicos, a dos ejes, de gran porte. El entorno alterna la preexistencia de usos agrícolas con otras instalaciones industriales. La orografía es prácticamente plana por lo que no se han precisado grandes labores de movimientos de tierra para adecuar el campo solar. Las instalaciones de “El Copero” se avistan parcialmente, la parte alta de los seguidores supera la pantalla vegetal que conforma su perímetro, desde la A-4 de Sevilla-Cádiz. Esta discurre lindando prácticamente con el emplazamiento y a una cota similar.

En la figura **8.66** se muestra su incidencia visual tanto desde fuera del perímetro (imágenes superiores), como desde dentro del propio campo solar (imágenes inferiores). El entorno se caracteriza por la presencia de otras infraestructuras y elementos industriales (tendidos y subestación eléctrica, torretas de telecomunicaciones, planta de tratamiento de residuos, vías de comunicación, etc.), por lo que el posible efecto intrusión queda matizado ante un paisaje altamente transformado.

A la izquierda de la línea de imágenes superior podemos observar el efecto pantalla de la vegetación perimetral sobre los seguidores solares. Estos se pueden distinguir de forma parcial, tanto frontal como transversalmente (con las diferencias cromáticas consecuentes), en su parte superior. Arriba a la derecha contemplamos, ante la ausencia de pantalla vegetal, la totalidad de los seguidores solares y el resto del campo solar. El contraste expuesto nos permite concluir que la ejecución de pantallas vegetales, seleccionando las especies apropiadas a cada enclave, son muy efectivas.

En la línea de imágenes inferior, así como en la figura **8.67**, nos adentramos en el campo solar para mostrar algunos de sus componentes sin la interferencia visual que supone la valla perimetral. En este caso, el efecto de la pantalla vegetal se proyecta de forma inversa obteniéndose un recinto cerrado desde el que no se tienen apenas referencias visuales del entorno. En contraste con otras tipologías solares, se percibe la baja densidad de uso del campo solar. Esta característica permite la existencia de vegetación sobre buena parte del mismo, en la parte no ocupada por las vías o la cimentación de los seguidores. Finalmente, podemos percibir las diferencias cromáticas entre la parte delantera y trasera de los módulos fotovoltaicos y su estructura soporte.

8.2.3.2-3: No queremos dar por cerrado este capítulo sin aportar algunas valoraciones sobre la incidencia paisajística de las **instalaciones urbanas** solares. El escenario urbano es sumamente complejo, a la vez que limitado para la implantación de instalaciones renovables de cierta entidad, por lo que innovaremos en el planteamiento del presente apartado. Más que analizar las particularidades de instalaciones concretas, esquema seguido con las tecnologías precedentes, realizaremos una reflexión general sobre su situación actual.

El tejido urbano tiene una alta capacidad de acogida de instalaciones solares, fotovoltaicas y de ACS, si bien cuenta con dos limitaciones fundamentales: localización de enclaves y normativa de aplicación.

En la selección de emplazamientos urbanos aptos para la acogida de instalaciones solares urbanas debemos considerar el tamaño de las mismas. El sector fotovoltaico se ha revelado como un agente muy capacitado en el desarrollo de instalaciones adecuadas al ámbito urbano. Las soluciones domésticas (tanto fotovoltaicas como de ACS) y las aisladas de pequeña entidad (farolas, parquímetros, etc.) ya han sido resueltas. No obstante, en instalaciones de cierto tamaño sigue existiendo un amplio campo de trabajo y mejora.

El principal hándicap al que se enfrenta la implantación de cualquier actividad sobre un núcleo urbano es la localización del espacio físico apto, funcional y legalmente, que pueda darle soporte. El problema se agrava en tanto en cuanto la ciudad consolidada se caracteriza por su compacidad y la escasez de suelo vacante. En el caso concreto de la energía solar la respuesta ha venido, en buena parte gracias a su adaptabilidad a múltiples formatos y tamaños, de la mano de la compatibilización con otros usos ya existentes. Habitualmente encontramos dos tipos de soluciones:

- Aprovechar las edificaciones con presencia en la trama urbana.
- Plantear nuevas estructuras y propuestas de diseño urbano.

La **primera solución**, y más extendida, presenta la ventaja del ahorro de costes en la estructura, aunque con la consecuente limitación de escala a la capacidad de acogida. La segunda opción es más costosa, al precisar nuevas estructuras que liberen el suelo, pero fomenta el diseño de nuevas soluciones urbanas y permite la implantación de instalaciones solares de mayor entidad.

El aprovechamiento de las edificaciones, construidas o por construir, limita la implantación de energías renovables a un papel subsidiario. La lógica prevalencia del uso principal, cualquiera de los que encontramos en la ciudad, tiene su proyección en la definición y reserva de espacios⁶⁶. De esta forma, queda poco margen más allá que adecuar las instalaciones solares a las partes disponibles de la envolvente del edificio.

Esta limitación, como hemos apuntado anteriormente, tiene pocas consecuencias para instalaciones de dimensiones reducidas. La presencia de paneles solares, se ha extendido hasta el punto de convertirse en un inquilino habitual del paisaje urbano. La proliferación de placas de ACS, contrasta con el escaso desarrollo de paneles fotovoltaicos. Salvo en aplicaciones pequeñas de construcciones aisladas, resulta complicado encontrar soluciones fotovoltaicas domésticas. Una de las causas que justifica la diferencia en su despliegue es, según algunos agentes del sector⁶⁷, una legislación poco favorable al autoconsumo energético.

⁶⁶ La propia normativa que regula la contribución mínima de energías renovables prevé esta incidencia, eximiendo su implantación en determinados casos.

⁶⁷ Ver <http://www.consumetupropiaenergia.org/>



Figura 8.68.-
Aplicaciones solares de agua
caliente sanitaria.



El panorama de aplicaciones solares de tamaño medio, implantadas en edificaciones de uso colectivo igualmente de la trama urbana existente, no varía en exceso. Sigue predominando el empleo de instalaciones solares de ACS, cubriendo con éxito un porcentaje considerable de sus necesidades, aunque aparecen algunas instalaciones fotovoltaicas.

El grueso de estas aplicaciones fotovoltaicas urbanas lo encontramos en edificios de uso colectivo con unas características muy específicas. La fachada y la cubierta se están convirtiendo en los elementos de la envolvente con mayor capacidad de acogida de instalaciones fotovoltaicas. La producción de materiales de construcción fotovoltaicos como fachadas ventiladas, lucernarios, suelo transitable, muro cortina, parasoles, tejas, etc. ha multiplicado su capacidad de integración en las edificaciones.

No obstante este incipiente despliegue vuelve a encontrar un obstáculo a partir de la aplicación de las disposiciones de diversas normativas, como la de conexión a red o retribución al pequeño productor o las propias ordenanzas municipales derivadas del planeamiento general (habitualmente obsoleto).



Figura 8.69.-

- (Arriba) Instalación solar colectiva de paneles de ACS.
- (Abajo) Integración en fachada de aplicación solar fotovoltaica.

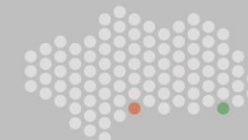
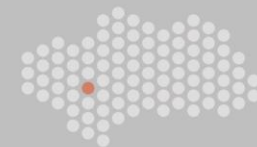




Figura 8.70.-

Vista del paisaje urbano desde un mirador turístico, a nivel de cubiertas, de la ciudad de Sevilla. Los paneles solares se han integrado como un elemento más entre el enjambre de antenas e instalaciones. Se requiere mayor regulación sobre este paisaje de azoteas y cubiertas urbanas.



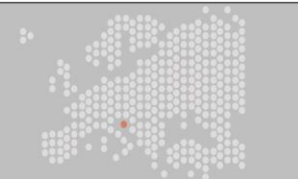
La **segunda solución**, consistente en implantar instalaciones solares en nuevas estructuras, es más interesante desde el enfoque del diseño urbano. El reto de compatibilizar los usos que se superponen en la trama urbana lo podemos conseguir: empleando nuevos materiales o creando nuevas estructuras que liberen el suelo. En cualquiera de las opciones apuntadas se generan nuevos paisajes y referencias urbanas⁶⁸. El empleo de nuevos materiales puede permitir que elementos tradicionales presentes en los pavimentos de la trama urbana, como las plazas o calzadas, se conviertan en instalaciones fotovoltaicas sin renunciar a su funcionalidad. Existen incluso patentes y prototipos de pavimentos fotovoltaicos para la construcción de carreteras, carriles para bicicletas⁶⁹, etc. La capacidad de generación de electricidad vinculada a la ejecución material de estas propuestas puede ser notable. El impacto paisajístico de estas propuestas, al tratarse de infraestructuras y espacios ya definidos, es muy reducido. Su incidencia se limitaría a la asimilación colectiva de nuevos materiales, lo que viene siendo una de las características de nuestras ciudades (superposición de estilos y sistemas constructivos a lo largo de la historia).

⁶⁸ Ver el apartado “8.2.3.1. Referencias solares”.

⁶⁹ Ver <http://www.solaroad.nl/>



Figura 8.71.-
Pavimento fotovoltaico en una plaza pública de Zadar (Croacia).



En lo que respecta a la creación de nuevas estructuras debemos distinguir a su vez entre: pequeñas instalaciones aisladas e instalaciones de mayor entidad conectadas a la red.

Las pequeñas instalaciones aisladas han demostrado solvencia técnica tal que ha sustentado su proliferación por los núcleos urbanos. Son inquilinos habituales del paisaje urbano elementos de mobiliario tales como farolas, parquímetros, etc. Su versatilidad ha permitido su empleo en otros elementos de mobiliario urbano como marquesinas, fuentes, postes publicitarios, pérgolas, etc. Su adaptabilidad a nuevos formatos, como hemos señalado en el presente capítulo, también ha sido aprovechada por artistas y diseñadores que hacen del escenario urbano su campo de trabajo. Nos referimos a propuestas más innovadoras, con un alto componente de diseño, que han comenzado a configurar nuevos paisajes urbanos.

Finalmente, las instalaciones fotovoltaicas de mayor tamaño conectadas precisan levantar soportes que permitan su compatibilidad con otros usos, en ocasiones simplemente con la necesidad de garantizar la circulación rodada o peatonal bajo la superficie que ocupan. Igualmente suponen oportunidades de diseño de nuevos espacios urbanos.



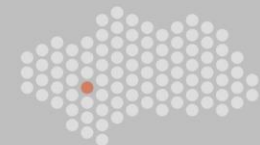
Figura 8.72.-
Prototipo de instalación
fotovoltaica aplicada al mobiliario
público.





Figura 8.73.-

Vista de las instalaciones fotovoltaicas de la empresa municipal de transportes de la ciudad de Sevilla. La gran pérgola que sostiene los módulos fotovoltaicos además de permitir la circulación de los autobuses, lo que explica sus elevadas dimensiones, habilita el espacio que cubre para su uso como cocheras.



REFERENCIAS DE LAS FIGURAS :

Figura 8.1. Infraestructuras en distintos contextos históricos.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.2. Imagen que capta el movimiento de un parque eólico, subrayando la complejidad inherente a temas como la percepción del paisaje y su transformación.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.3. El nacimiento de la primavera, dinastía Song del Norte. Atribuido a Guo Xi, hacia 1072. Museo Nacional del Palacio, Taipei (Taiwan).

Fuente: <http://asiahistoria.blogspot.com.es/>

Figura 8.4. Tablero de mármol que representa el "Hom" o árbol de la vida, siglo X, Medina Azahara (Córdoba).

Fuente: <http://www.flickr.com/photos/eszsara/3239109835/>

Figura 8.5. "Paisaje con el embarco en Ostia de Santa Paula Romana", Claude Gellée (Claudio de Lorena), siglo XVII, Museo del Prado, Madrid, España.

Fuente: Museo del Prado.

Figura 8.6. "Vista del jardín de la Villa Medici", Diego Velázquez, siglo XVII, Museo del Prado, Madrid, España.

Fuente: Museo del Prado.

Figura 8.7. Grabados de la obra "Le Antichità Romane", Giovanni Battista Piranesi, siglo XVIII, Roma, Italia.

Fuente: <http://www.esacademic.com/>

Figura 8.8. (Izquierda) "La Torre del Oro", David Roberts, siglo XIX, Museo del Prado, Madrid, España. (Derecha) "El Castillo de Alcalá de Guadaira", David Roberts, siglo XIX, Museo del Prado, Madrid, España.

Fuente: Museo del Prado.

Figura 8.9. Mapa de Paisaje con las Zonas de Incompatibilidad paisajística del Plan Especial del Esquema Sectorial de Infraestructuras de los Recursos Eólicos en Medina Sidonia y Paterna de Ribera, perteneciente a la comarca de La Janda (Cádiz).

Fuente: AT CLAVE SL.

Figura 8.10. Simulación del impacto paisajístico de un proyecto de parque eólico en La Janda.

Fuente: AT CLAVE SL.

Figura 8.11. Comparativa entre el grado de afección y de influencia del agente en cuestión de "An Exercise in Stakeholder Analysis for a hypothetical offshore wind farm in the Gulf of Cadix".

Fuente: Elaboración propia a partir de Juan Luis Suárez de Vivero.

Figura 8.12. Pintada contra la implantación de parques eólicos en la comarca del Genal (Málaga).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.13. Vista del paisaje rural del núcleo de El Almarchal - Tarifa (Cádiz).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.14. Vista de un proyecto de viviendas bioclimáticas junto al núcleo rural de El Almarchal (Tarifa), con la presencia cercana de numerosos parques eólicos.

Fuente: D. Brieva, C. Violadé y J.M. Izquierdo.

Figura 8.15. Sin referencias visuales sobre el enclave o algún hito característico resulta complicado reconocer a qué ciudad corresponde la trama. San Francisco (EEUU).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.16. Imágenes características del movimiento, a partir de las limitaciones del formato empleado, del paisaje urbano contemporáneo. A la izquierda, vista nocturna de la ciudad de Los Ángeles (EEUU). A la derecha un concurrido mercadillo de Londres (Reino Unido).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.17. Detalle de “Camino del Calvario” en la que se observa la presencia dominante de un molino de viento. Brueghel el Viejo (1564), Museo Kunsthistorisches, Viena.

Fuente: Museo Kunsthistorisches, Viena (Austria).

Figura 8.18. Interpretación daliniana sobre la construcción mental de Don Quijote ante la observación de los molinos de viento. “Ilustración de Don Quijote. Acuarela y tinta china sobre papel”, Salvador Dalí (1945).

Fuente: Temas de Psicoanálisis, Revista de la Sociedad Española de Psicoanálisis, <http://www.temasdepsicoanalisis.org/>

Figura 8.19. Molino de viento adaptado a usos habitacionales en el entorno vinícola de la Provenza. Rousillon (Francia).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.20. La incorporación de aerogeneradores al paisaje, como los de este parque eólico de Joshua Tree, California (EEUU), suscita miradas creativas similares a las inducidas por la aparición de los antiguos molinos de viento en su contexto histórico.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.21. Parque eólico de Moncayuelo, Falces (Navarra). Pedro Salaberri, 2004.

Fuente: <http://rutasnavarra.blogspot.com.es/2009/05/parque-eolico-de-moncayuelo.html>

Figura 8.22. Icono turístico de la provincia de Cádiz creado por el artista Antonio de Felipe.

Fuente: Patronato Provincial de Turismo de Cádiz.

Figura 8.23. Pasado y presente de la explotación eólica en el Cabo Corso, Córcega (Francia).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.24. Diferentes grados de intrusión según el nivel de antropización del enclave: (Arriba) Autovía norteamericana. (Abajo) Costa francesa.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.25. Los parques eólicos que se implantan en planicies, como este de Lagoa Funda ubicado en el Algarve (Portugal), precisan menor transformación del terreno.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.26. Superposición de varios aerogeneradores de un parque eólico de Tarifa (Cádiz).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.27. La incorporación masiva de aerogeneradores a un emplazamiento concreto, sin la realización de estudios que valoren su capacidad de acogida, puede propiciar la aparición de efectos sobre el paisaje como su fragmentación o la creación de pantallas. En la figura observamos la superposición de parques eólicos próximos a Joshua Tree, California (EEUU).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.28. Aerogenerador en el parque eólico de Goulieu, Bretaña (Francia).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.29. Evolución del impacto visual en las franjas de afección media y alta de un aerogenerador, con altura de buje de 80 metros y diámetro de rotor de 77 metros, ubicado en el parque eólico “Roalabota” de Jerez de la Frontera, (Cádiz).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.30. Evolución del impacto visual del parque eólico “La Manga”, Tarifa (Cádiz). (15 aerogeneradores, modelo AE-59 con 50-60 metros altura y 59 metros de diámetro del rotor).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.31. Evolución del impacto visual del parque eólico “Energía Eólica del Estrecho”, Tarifa (Cádiz). (Repotenciado, 16 aerogeneradores, modelo E-70 con 57-113 metros altura y 71 metros de diámetro del rotor).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.32. Evolución del impacto visual del parque eólico “Kw Tarifa”, Tarifa (Cádiz). (90 aerogeneradores, modelo 33-MVS con 25-31 metros altura y 33 metros de diámetro del rotor).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.33. Evolución del impacto visual del parque eólico “Viento de Alcalá”, Alcalá de Los gazules (Cádiz). (21 aerogeneradores, modelo E-82 con 78-138 metros altura y 82 metros de diámetro del rotor).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.34. Evolución del impacto visual del parque eólico “La Herrería”, Tarifa (Cádiz). (28 aerogeneradores, modelo ECO74 con 60-80 metros altura y 74 metros de diámetro del rotor).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.35. Evolución del impacto visual del parque eólico “La Herrería”, Tarifa (Cádiz). (28 aerogeneradores, modelo ECO74 con 60-80 metros altura y 74 metros de diámetro del rotor).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.36. Evolución del impacto visual del parque eólico “PESUR”, Tarifa (Cádiz). (Repotenciado, 21 aerogeneradores, modelo E-70 con 57-113 metros altura y 71 metros de diámetro del rotor).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.37. Evolución del impacto visual del parque eólico “PESUR”, Tarifa (Cádiz). (Repotenciado, 21 aerogeneradores, modelo E-70 con 57-113 metros altura y 71 metros de diámetro del rotor).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.38. Recreaciones virtuales de una proyecto de parque eólico marino ubicada a 3,5 kilómetros de la costa catalana.

Fuente: [http:// www.zefirststation.com](http://www.zefirststation.com)

Figura 8.39. Representación del Sol en las pinturas rupestres de “Lajedo de Soledade”, Apodi – Rio Grande Do Norte (Brasil).

Fuente: Grabiela Slavec.

Figura 8.40. Sello conmemorativo de la misión protagonizada por la sonda soviética “Luna 3” en el que se observan sus paneles solares. Año 1959.

Fuente: [http:// www.astrofiscayfisica.com](http://www.astrofiscayfisica.com)

Figura 8.41. (Arriba) Cartel de “2001: Una odisea del espacio”, (1968). (Abajo) Nave espacial con velas solares de la película “La guerra de las galaxias”, (1977).

Fuente: <http://cinemafilmesclub.blogspot.com.es/> y <http://guerra-de-las-galaxias.blogspot.com.es/>

Figura 8.42. (Arriba) El presidente Jimmy Carter inaugurando la instalación solar de la casa Blanca, (1979). (Abajo) Viñeta satírica sobre la instalación solar, (2014).

Fuente: [http:// www.newscientist.com](http://www.newscientist.com) y Scott Stantis en el Chicago Tribune, <http://www.chicagotribune.com>

Figura 8.43. (Arriba) Aparatos domésticos alimentados por aplicaciones energéticas solares. (Abajo) Exposición de “Flores Solares Bailarinas” de Alexandre Dang.

Fuente: <http://www.kupaper.es/> y <http://www.kronospa.com/>, <http://www.alexandredang.com/>

Figura 8.44. Flores solares de la campaña publicitaria del Toyota Prius, Chicago (EEUU).

Fuente:

http://corporatenews.pressroom.toyota.com/album_display.cfm?album_id=612§ion_id=441

Figura 8.45. (Arriba) Central termosolar de Receptor Central externo. (Abajo) Central termosolar de Concentradores Cilindro-Parabólicos.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.46. (Arriba) Campo solar de una Central termosolar de CCP. (Abajo) Campo solar de una central termosolar de Receptor Central de cavidad.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.47. (Arriba) Vista distante del efecto de concentración de torres en Solucar, Sanlúcar la Mayor (Sevilla). (Abajo) Vista del efecto pantalla en el borde de una Central de CCP.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.48. Vista del haz de luces focalizado sobre el receptor ubicado en la torre de la central termosolar PS20 de Solucar, Sanlúcar la Mayor (Sevilla).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.49. Evolución del impacto visual de la central termosolar de receptor central externo “Gemasolar”, Fuentes de Andalucía (Sevilla). (Campo solar 185 hectáreas, 2.650 helióstatos, altura de torre 140 metros).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.50. Vista de la central termosolar de receptor central externo “Gemasolar”, Fuentes de Andalucía (Sevilla). (Campo solar 185 hectáreas, 2.650 helióstatos, altura de torre 140 metros).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.51. Evolución del impacto visual de la central termosolar de receptor central de cavidad “PS20”, Sanlúcar la Mayor (Sevilla). (Campo solar 78,50 hectáreas, 1.255 helióstatos, altura de torre 165 metros).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.52. Evolución del impacto visual de la central termosolar de receptor central de cavidad “PS20”, Sanlúcar la Mayor

(Sevilla). (Campo solar 78,50 hectáreas, 1.255 helióstatos, altura de torre 165 metros).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.53. Evolución del impacto visual de la central termosolar de receptor central de cavidad “PS20”, Sanlúcar la Mayor (Sevilla). (Campo solar 78,50 hectáreas, 1.255 helióstatos, altura de torre 165 metros).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.54. Evolución del impacto visual de la central termosolar de receptor central de cavidad “PS20”, Sanlúcar la Mayor (Sevilla). (Campo solar 78,50 hectáreas, 1.255 helióstatos, altura de torre 165 metros).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.55. Vista de la central termosolar de receptor central de cavidad “PS20”, Sanlúcar la Mayor (Sevilla). (Campo solar 78,50 hectáreas, 1.255 helióstatos, altura de torre 165 metros).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.56. Evolución del impacto visual del conjunto de centrales termosolares de CCP “SOLNOVA 1,2 y 4”, Sanlúcar la Mayor (Sevilla). Por cada planta: (Campo solar 115 hectáreas, potencia instalada 50 MW).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.57. Evolución del impacto visual del conjunto de centrales termosolares de CCP “SOLNOVA 1,2 y 4”, Sanlúcar la Mayor (Sevilla). Por cada planta: (Campo solar 115 hectáreas, potencia instalada 50 MW).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.58. Vista de la central termosolar de CCP “SOLNOVA 4”, Sanlúcar la Mayor (Sevilla). (Campo solar 115 hectáreas, potencia instalada 50 MW).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.59. (Arriba) Huerto fotovoltaico en hileras, Ronda (Málaga). (Abajo) Central fotovoltaica con seguidores a dos ejes, Amareleja (Portugal).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.60. (Arriba) Campo solar de HF en hilera sin seguimiento. (Abajo) Campo solar de HF con seguidores a dos ejes. Dos Hermanas (Sevilla).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.61. Concentración de huertos fotovoltaicos de diversa tecnología en Arico, Santa Cruz de Tenerife (Canarias).

Fuente: <http://www.adequaingenieria.com>

Figura 8.62. Vistas de huerto fotovoltaico fijo con inclinación 30°, promovido por Sunergy, ubicado junto a Acinipo en Ronda (Málaga). (Campo solar de 4,5 hectáreas, potencia instalada de 1,9 MW).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.63. Vistas de huerto fotovoltaico fijo con inclinación 30° ubicado junto a Acinipo en Ronda (Málaga). (Campo solar de 5 hectáreas, potencia instalada de 1,5 MW).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.64. Vistas del huerto fotovoltaico sin seguimiento “El Maestre”, Dos Hermanas (Sevilla). (Campo solar de 13 hectáreas, potencia instalada de 5,2 MW).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.65. Vistas del huerto fotovoltaico sin seguimiento “El Maestro”, Dos Hermanas (Sevilla). (Campo solar de 13 hectáreas, potencia instalada de 5,2 MW).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.66. Vistas del huerto fotovoltaico con seguimiento a dos ejes “El Copero”, Dos Hermanas (Sevilla). (Campo solar de 9,3 hectáreas, potencia instalada de 1 MW).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.67. Vista de huerto fotovoltaico con seguimiento a dos ejes “El Copero”, Dos Hermanas (Sevilla). (Campo solar de 9,3 hectáreas, potencia instalada de 1 MW).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.68. Aplicaciones solares de agua caliente sanitaria.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.69. (Arriba) Instalación solar colectiva de paneles de ACS. (Abajo) Integración en fachada de aplicación solar fotovoltaica.

Fuente: (Arriba) Javier González Gavira, Grupo Textura. (Abajo) <http://www.jesusgranada.com>

Figura 8.70. Vista del paisaje urbano desde un mirador turístico, a nivel de cubiertas, de la ciudad de Sevilla. Los paneles solares se han integrado como un elemento más entre el enjambre de antenas e instalaciones. Se requiere mayor regulación sobre este paisaje de azoteas y cubiertas urbanas.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.71. Pavimento fotovoltaico en una plaza pública de Zadar (Croacia).

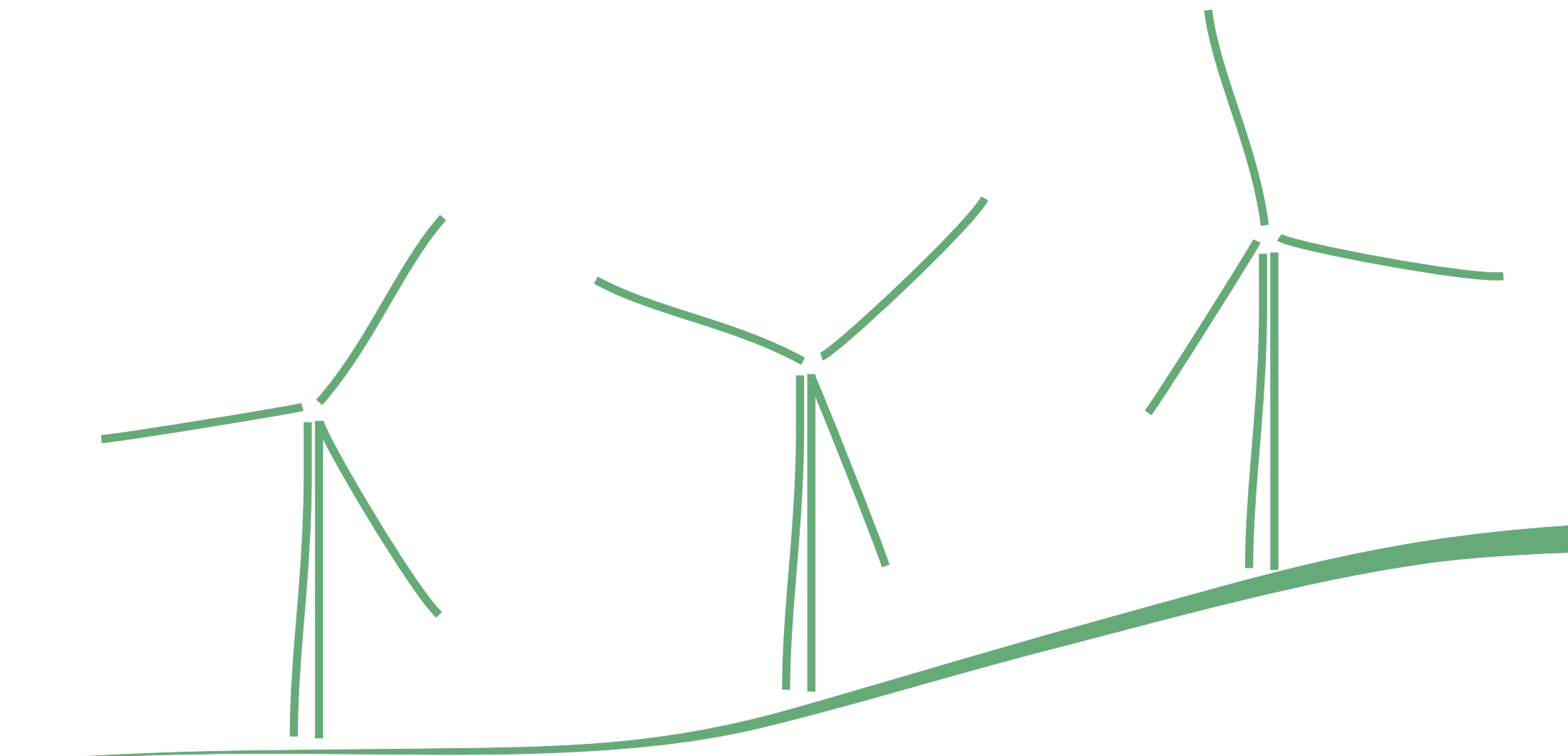
Fuente: <http://somerheresoleil.com>

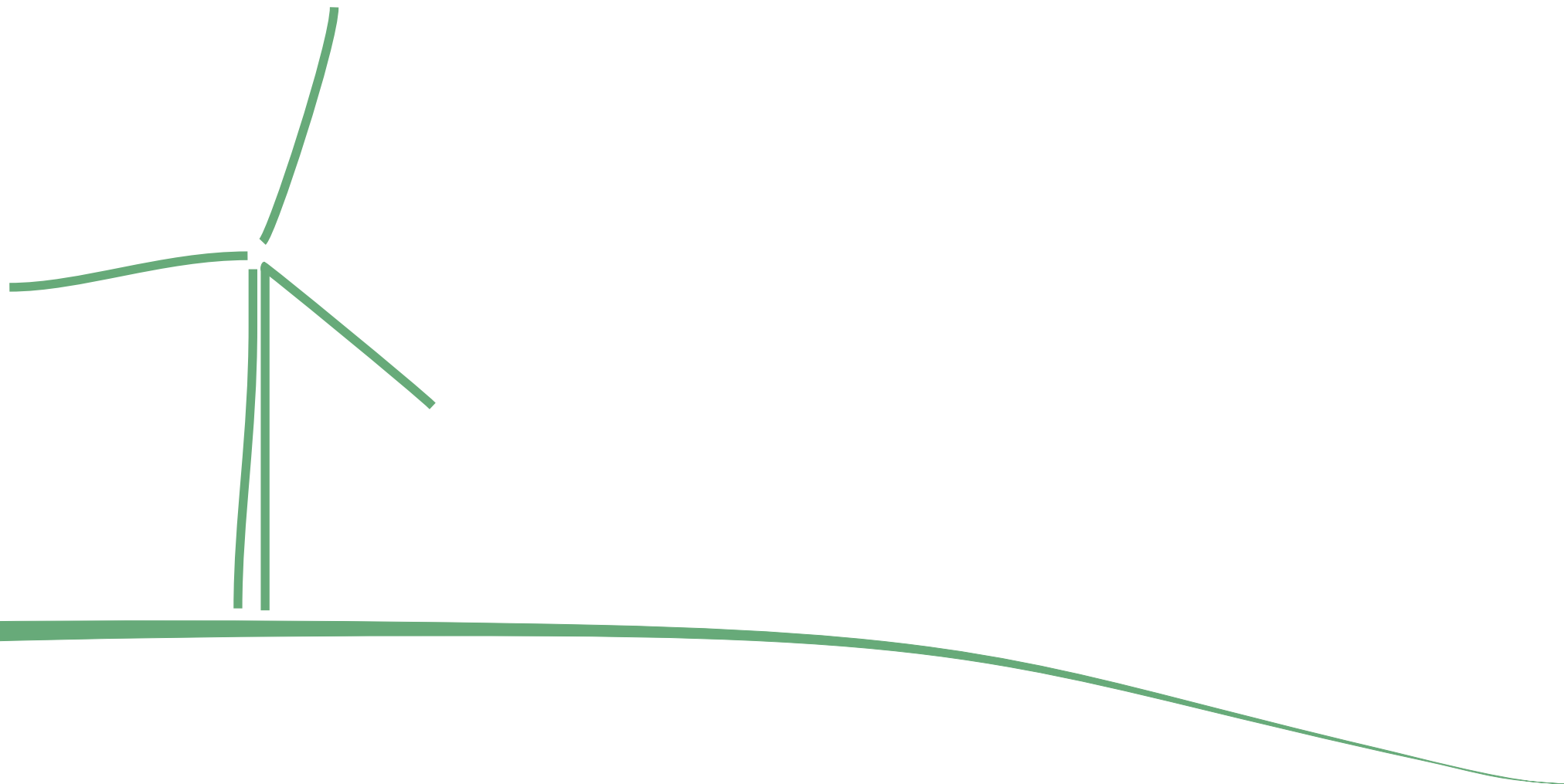
Figura 8.72. Prototipo de instalación fotovoltaica aplicada al mobiliario público.

Fuente: <http://www.kvarch.net/projects/95>

Figura 8.73. Vista de las instalaciones fotovoltaicas de la empresa municipal de transportes de la ciudad de Sevilla. La gran pérgola que sostiene los módulos fotovoltaicos además de permitir la circulación de los autobuses, lo que explica sus elevadas dimensiones, habilita el espacio que cubre para su uso como cocheras.

Fuente: Javier González Gavira, Grupo Textura.





Territórios renováveis, paisagens emergentes

Tese de Doutoramento 2015

- tomo III -

Territorios renovables, paisajes emergentes

Tesis Doctoral 2015

Doctorando: José Manuel Izquierdo Toscano

Directora: María Teresa Pérez Cano

Programa de Doctorado: Ciudad, Paisaje y Territorio

Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio. Universidad de Sevilla

Índice pormenorizado / Índice detalhado

Parte I - tomo I:

1.- Planteamiento general.....	1
1.1.- Introducción.....	3
1.2.- Objetivos y estructura.....	6
1.3.- Justificación.....	11
1.4.- Estado de la cuestión y metodología.....	13
1.4.1. Estado de la cuestión.....	13
1.4.2. Metodología.....	21
1.- Abordagem geral	27
2.- Energía, sociedad y medio ambiente.....	53
2.1.- Los costes del actual modelo económico.....	55
2.2.- Un nuevo paradigma: la “sostenibilidad”.....	65
2.3.- Kioto y los tratados internacionales.....	70
2.4.- Ecología y sociedad.....	75
.- Referencia de las figuras.....	79

3.- Las renovables en el modelo energético.....	81
3.1.- Aproximación al mercado energético.....	83
3.2.- El reto de las energías “verdes”.....	90
3.3.- Las renovables en Andalucía.....	98
3.4.- Alternativas y estrategias energéticas.....	104
.- Referencia de las figuras.....	110
4.- Hacia una nueva cultura urbanística y del territorio.....	113
4.1.- Tras unas huellas remotas.....	115
4.2.- La percepción de la naturaleza.....	119
4.3.- La disyuntiva del urbanismo.....	126
4.4.- La acción local.....	131
4.5.- Cuestión de hábitat.....	137
4.6.- Un planeamiento “verde”.....	142
4.7.- El papel de las renovables.....	145
.- Referencia de las figuras.....	154

Parte II - tomo II:

5.- Energías renovables. Antecedentes.....157

5.1.- El hombre y los recursos renovables.....159

5.1.1. Tras la fuerza del viento.....160

5.1.2. Bajo el orden del sol.....170

5.1.3. Aprovechando otros recursos naturales.....177

5.2.- Generación de electricidad y otras aplicaciones.....192

5.2.1. Un nuevo ingenio: el aerogenerador.....193

5.2.2. Paneles aislados y grandes centrales solares.....201

5.2.3. De los saltos de agua a la biomasa.....208

.- Referencia de las figuras.....214

6.- Energías renovables. Aprovechamiento.....219

6.1.- Recurso y emplazamientos.....221

6.1.1. Recursos eólicos.....222

6.1.2. Radiaciones solares.....231

6.1.3. Recursos renovables.....237

6.2.- Sistemas de aprovechamiento.....247

6.2.1. Aerogeneradores y parques eólicos.....248

6.2.2. Plantas y paneles solares.....256

6.2.3. Otros sistemas renovables.....269

.- Referencia de las figuras.....279

7.- Energías renovables. Incidencia territorial.....283

7.1.- Territorio y medio ambiente.....285

7.2.- Huellas territoriales de las renovables.....288

7.2.1. Eólica.....289

7.2.1.1. Modelos de ocupación territorial.....289

7.2.1.1-1. Parques eólicos terrestres.....290

7.2.1.1-2. Parques eólicos marinos.....296

7.2.1.2. Incidencia territorial de la energía eólica.....300

7.2.2. Solar.....317

7.2.2.1. Modelos de ocupación territorial.....317

7.2.2.1-1. Huertos solares FV.....320

7.2.2.1-2. Plantas termosolares.....335

7.2.2.2. Incidencia territorial de la energía solar.....349

.- Referencia de las figuras.....360

8.- Energías renovables. Paisaje.....	363
8.1.- La cuestión del paisaje.....	365
8.1.1. Consideraciones previas.....	366
8.1.2. La representación del paisaje.....	370
8.2.- Incidencia paisajística de las renovables.....	377
8.2.1. Antecedentes.....	378
8.2.1.1. Considerando la escala.....	378
8.2.1.2. Herramientas actuales.....	385
8.2.1.3. Paisaje rural versus urbano.....	388
8.2.2. El paisaje eólico.....	399
8.2.2.1. Molinos en la memoria.....	399
8.2.2.2. Particularidades.....	408
8.2.2.2-1. Parques eólicos terrestres.....	408
8.2.2.2-2. Parques eólicos marinos.....	428
8.2.3. El paisaje solar.....	430
8.2.3.1. Referencias solares.....	430
8.2.3.2. Particularidades.....	436
8.2.3.2-1. Centrales termosolares.....	436
8.2.3.2-2. Huertos fotovoltaicos.....	456
8.2.3.2-3. Instalaciones urbanas.....	471
.- Referencia de las figuras.....	478

Parte II - tomo III:

9.- Conclusiones y propuestas.....	485
9.1.- Conclusiones generales.....	487
9.1.1. Medio ambiente, modelo energético y EERR.....	488
9.1.2. El papel del planeamiento.....	492
9.1.3. Antecedentes y fundamentos de las EERR.....	496
9.1.4. Renovables y territorio.....	501
9.1.5. Renovables y paisaje.....	506
9.2.- Propuestas hacia un futuro renovable.....	514
9.2.1. Territorios renovables.....	515
9.2.2. Paisajes emergentes.....	521
9.2.3. Por unas ordenanzas reguladoras de instalaciones de EERR.....	528
9.- Conclusões e propostas	531
Anexos.....	579
A.I.- Estudio de caso:	
Central solar fotovoltaica de Amareleja (Portugal).....	579
.- Referencia de las figuras.....	596

A.II.- Aspectos legales.....	597
a.II.1. Marco normativo en la Unión Europea.....	598
a.II.2. Marco normativo en el Estado español.....	600
a.II.3. Marco normativo en Andalucía.....	613
a.II.4. Referencias bibliográficas.....	624
Bibliografía	629
Índice de figuras.....	645
Índice general de contenidos.....	663

Índice detalhado

Parte I - tomo I:

1.- Abordagem geral.....	1
1.1.- Introdução.....	3
1.2.- Objetivos e estrutura.....	6
1.3.- Justificativa.....	11
1.4.- Estado da arte e metodologia	13
1.4.1. Estado da arte.....	13
1.4.2. Metodologia.....	21
2.- Energia, sociedade e meio ambiente.....	53
2.1.- Os custos do modelo econômico atual.....	55
2.2.- Um novo paradigma: a “sustentabilidade”.....	65
2.3.- Kioto e os tratados internacionais.....	70
2.4.- Ecologia e sociedade.....	75
.- Referência de figuras.....	79

3.- Energias renováveis no modelo energético.....	81
3.1.- Aproximação ao mercado energético.....	83
3.2.- O desafio das energías “verdes”.....	90
3.3.- As energias renováveis em Andaluzia.....	98
3.4.- Alternativas e estratégias energéticas.....	104
.- Referência de figuras.....	110
4.- Para uma nova cultura urbanística e território.....	113
4.1.- Após pegadas remotas.....	115
4.2.- A percepção da natureza.....	119
4.3.- O disjuntivo do urbanismo.....	126
4.4.- A ação local.....	131
4.5.- Questão de habitat.....	137
4.6.- Um planejamento “verde”	142
4.7.- O papel das energias renovables.....	145
.- Referência de figuras.....	154

Parte II - tomo II:

5.- Energias renováveis. Antecedentes.....157

5.1.- O homem e os recursos renováveis.....159

5.1.1. Pela força do vento.....160

5.1.2. Sob a ordem do sol.....170

5.1.3. Aproveitando outros recursos naturais.....177

5.2.- Geração de eletricidade e outras aplicações.....192

5.2.1. Um novo engenho: a turbina eólica.....193

5.2.2. Painéis isolados e grandes centrais solares.....201

5.2.3. Das quedas d’água à biomassa.....208

.- Referência de figuras.....214

6.- Energias renováveis. Aproveitamento.....219

6.1.- Recurso e localizações.....221

6.1.1. Recursos eólicos.....222

6.1.2. Radiações solares.....231

6.1.3. Recursos renováveis.....237

6.2.- Sistemas de aproveitamento.....247

6.2.1. Moinhos e turbinas eólicas.....248

6.2.2. Plantas e painéis solares.....256

6.2.3. Outros sistemas de energia renovável.....269

.- Referência de figuras.....279

7.- Energias renováveis. Incidência territorial.....283

7.1.- Território e meio-ambiente.....285

7.2.- Pegadas territoriais das energias renováveis.....288

7.2.1. Eólica.....289

7.2.1.1. Modelos de ocupação territorial.....289

7.2.1.1-1. Parques eólicos terrestres.....290

7.2.1.1-2. Parques eólicos marinhos.....296

7.2.1.2. Impacto territorial da energia eólica.....300

7.2.2. Solar.....317

7.2.2.1. Modelos de ocupação territorial.....317

7.2.2.1-1. Plantas solares fotovoltaicas.....320

7.2.2.1-2. Plantas solares térmicas.....335

7.2.2.2. Impacto territorial da energia solar.....349

.- Referência de figuras.....360

8.- Energias renováveis. Paisagem.....	363
8.1.- A questão da paisagem.....	365
8.1.1. Considerações prévias.....	366
8.1.2. A representação da paisagem.....	370
8.2.- Impacto paisagístico das energias renováveis.....	377
8.2.1. Antecedentes.....	378
8.2.1.1. Considerando a escala.....	378
8.2.1.2. Ferramentas atuais.....	385
8.2.1.3. Paisagem rural versus urbana.....	388
8.2.2. A paisagem eólica.....	399
8.2.2.1. Moinhos na memória.....	399
8.2.2.2. Particularidades.....	408
8.2.2.2-1. Parques eólicos terrestres.....	408
8.2.2.2-2. Parques eólicos marinhos.....	428
8.2.3. A paisagem solar.....	430
8.2.3.1. Referências solares.....	430
8.2.3.2. Particularidades.....	436
8.2.3.2-1. Centrais térmicas solares.....	436
8.2.3.2-2. Plantas fotovoltaicas.....	456
8.2.3.2-3. Instalações urbanas.....	471
.- Referência de figuras.....	478

Parte II - tomo III:

9.- Conclusões e propostas.....	485
9.1.- Conclusões gerais.....	487
9.1.1. Meio-ambiente, modelo energético e ER.....	488
9.1.2. O papel do planeamento.....	492
9.1.3. Antecedentes e fundamentos das ER.....	496
9.1.4. Energias renováveis (ER) e território.....	501
9.1.5. Energias renováveis (ER) e paisagem.....	506
9.2.- Propostas para territórios renováveis.....	514
9.2.1. Territórios renováveis.....	515
9.2.2. Paisagens emergentes.....	521
9.2.3. Por uma portarias reguladoras das ER.....	528
Anexos.....	579
A.I.- Estudo de caso:	
Central solar fotovoltaica de Amareleja (Portugal).....	579
.- Referência de figuras.....	596

A.II.- Aspectos legais.....	597
a.II.1. Quadro normativo da União Europeia.....	598
a.II.2. Quadro normativo da Estado Espanhol.....	600
a.II.3. Quadro normativo da Andalusia.....	613
a.II.4. Referências bibliográficas.....	624
Referências bibliográficas	629
Índice ilustrações.....	645
Índice general de conteúdos.....	663

9.- CONCLUSIONES Y PROPUESTAS.....

9.1.- Conclusiones generales.

- 9.1.1 Medio ambiente, modelo energético y EERR.
- 9.1.2 El papel del planeamiento.
- 9.1.3 Antecedentes y fundamentos de las EERR.
- 9.1.4 Renovables y territorio.
- 9.1.5 Renovables y paisaje.

9.2.- Propuestas hacia un futuro renovable:

- 9.2.1 Territorios renovables.
- 9.2.2 Paisajes emergentes.
- 9.2.3 Por unas ordenanzas reguladoras de instalaciones de EERR.

9.- CONCLUSIONES Y PROPUESTAS.....

La amplitud del estudio de las energías renovables ha exigido la realización de un ejercicio progresivo de definición del contenido y alcance de la tesis, en base a alcanzar los objetivos planteados. La exposición de las conclusiones y propuestas permite calibrar el grado de cumplimiento de los mismos, así como la validez de los resultados obtenidos. La redacción de las conclusiones es fruto de la evaluación y crítica de los aspectos y modelos analizados a lo largo del texto. Con ellas cristaliza buena parte del esfuerzo realizado durante la investigación. Por su parte las propuestas contienen el fruto de la experiencia y conocimiento acumulado aplicados a la consecución del objetivo principal: la aportación de claves para un correcto manejo paisajístico y territorial de la implantación de instalaciones de energías renovables. Finalmente hemos elaborado, ante la falta de referencias detectadas, una propuesta metodológica para la redacción de unas ordenanzas reguladoras de energías renovables.

9.1 CONCLUSIONES GENERALES :

Para la presentación de las conclusiones hemos optado por agrupar parte de los capítulos que componen la tesis al objeto de facilitar su comprensión y ajuste a los objetivos marcados. De esta forma hemos obtenido cinco bloques temáticos de conclusiones que responden a sus propios contenidos. El primero sobre el deterioro del medio ambiente y la alternativa que ofrecen las renovables al actual modelo energético. Un segundo bloque orientado a la responsabilidad del planeamiento y algunas claves sobre el papel que podría desempeñar. El tercero se ocupa de los antecedentes de las energías renovables, con su evolución a lo largo de la historia, y sus fundamentos básicos (recurso, emplazamientos, etc.). Los dos últimos bloques, destinados en exclusiva a las tecnologías eólica y solar, se centran en los aspectos territoriales y paisajísticos de las instalaciones renovables.

A pesar de proceder de ámbitos de conocimiento diversos, algunas conclusiones se superponen en no pocos aspectos. De esta forma, se nos brinda la posibilidad de contrastar enfoques distintos sobre una misma realidad enriqueciendo nuestro entendimiento sobre la materia.

9.1.1. Medio Ambiente, modelo energético y EERR.....

El incesante aumento en la intensidad con la que el hombre explota los recursos naturales, especialmente a partir de la explosión demográfica de la población mundial, ha dado como resultado un proceso inexorable de deterioro del medio ambiente a escala global. La evidencia del daño ocasionado, al equilibrio ecológico del planeta, demanda un replanteamiento general sobre la relación entre el hombre y la naturaleza.

El modelo económico imperante, que pivota sobre la necesidad de un crecimiento perpetuo, fomenta un elevado consumo de recursos. Al objeto de satisfacer esta demanda, y de la mano de notables avances tecnológicos, la acción humana ha incrementado su capacidad de antropización del medio. Esta intervención ha propiciado la aparición de nuevas realidades cuyo acople territorial sigue pendiente de un encaje responsable. Los principales procesos constatados, desde la óptica del estudio del territorio, han sido un paulatino crecimiento de la población urbana y el aumento exponencial de la demanda energética. La celeridad del cambio de escenario, desde una lectura esencialmente economicista, ha consagrado a los recursos fósiles como la única fuente de energía capaz de aportar soluciones inmediatas.

El exceso de dependencia de la combustión de recursos fósiles ha precipitado y/o intensificado la aparición de efectos nocivos para el equilibrio de la biodiversidad del planeta. El máximo exponente de esta tendencia es el cambio climático global, atribuido por la comunidad científica a la acción humana. En otro orden podemos señalar las “afecciones” soportadas por la propia población mundial en forma de enfermedades, conflictos armados y cíclicas recesiones que vienen a destapar la existencia de disfunciones y costes ocultos. La progresiva concentración de la riqueza en cada vez menos individuos o el empobrecimiento de las democracias ante la claudicación de los poderes públicos, así como el abismo entre países ricos y pobres, permiten concluir que actual modelo económico dista mucho de estar capacitado para aportar soluciones a la altura del reto planteado.

En este contexto surge el concepto de la “sostenibilidad” como paradigma contemporáneo. El desarrollo sostenible propugna un modelo que satisfaga las necesidades de la generación presente sin hipotecar los recursos de las generaciones futuras. La imposibilidad de encajar este principio, que exige la imposición de límites, en un sistema económico basado en el crecimiento ha propiciado todo tipo de interpretaciones sobre la sostenibilidad que han venido a vaciarla de contenidos.

Esta inquietud ha sido recogida por tratados y acuerdos de ámbito internacional, que han venido sucediéndose en las últimas décadas sin que se haya conseguido su aplicación efectiva. La prevalencia de los intereses estratégicos nacionales, frecuentemente como mero mascarón de proa de intereses corporativos, ha ido postergando la asunción y cumplimiento de compromisos más ambiciosos.

Ante la evidencia del deterioro medioambiental se está produciendo un cambio social, con la aparición de conceptos como la “conciencia ecológica”, que exige de las instituciones mayor implicación y que la lógica económica no sea la única. Es preciso redefinir la relación del hombre con la naturaleza mediante la concepción de un modelo que anteponga lo cualitativo frente a lo cuantitativo, y que contabilice otros valores más allá de los estrictamente económicos como la biodiversidad, naturaleza, cultura, justicia social, etc.

En esta tarea la ecología, la acción ciudadana, la mejora de los canales de participación en la toma de decisiones o la propia responsabilidad corporativa de las grandes empresas constituyen factores clave para aportar “alternativas al crecimiento”.

Sobre el sector de la energía recae buena parte de la capacidad para revertir la dinámica, inducida por la acción humana, de quebranto medio ambiental. Los compromisos adquiridos en materia de reducción de emisiones implican un esfuerzo colectivo, de ahorro y eficiencia energética, así como una profunda reestructuración del modelo energético. Un sistema energético que debe conjugar la seguridad de suministro con su viabilidad económica y sostenibilidad medioambiental.

Algunas soluciones a esta ecuación provienen de la explotación de los recursos energéticos renovables. Consideramos energías renovables a la minihidráulica, eólica, biomasa, solar térmica, solar fotovoltaica, solar termoeléctrica, geotérmica y finalmente la energía que se obtiene de la fuerza del mar (olas, mareas, corrientes, gradiente, etc.). A diferencia de las fuentes convencionales, como la nuclear o las fósiles, se considera que las renovables no generan costes externos (vertidos de petróleo, emisiones, escapes radiactivos, etc.). El establecimiento de una prima a las renovables reconoce, aunque parcialmente, la existencia de externalidades en las fuentes convencionales que no repercuten en sus costes. Las energías renovables, integradas en el régimen especial, cuentan con prioridad de vertido a la red.

Este régimen de fomento de la producción energética a partir de fuentes energéticas renovables ha conseguido una notable reducción del coste de generación de las mismas. Las de mayor madurez tecnológica, como la energía eólica terrestre, minihidráulica o solar térmica de baja temperatura, ya son competitivas con las convencionales. El resultado ha sido un progresivo aumento de la contribución de las renovables al sistema energético en detrimento de las fuentes procedentes del régimen ordinario.

Una mayor penetración de las renovables en la estructura energética requerirá una redefinición de la misma mediante el establecimiento de un régimen jurídico que contemple nuevas relaciones productor/consumidor que aporten transparencia y fomenten la autosuficiencia y el autoconsumo, la adecuación física del territorio a las nuevas necesidades mediante el acercamiento de los centros de producción y consumo, la depuración de los parámetros y conceptos que se aplican en el cálculo del precio de la energía para que se computen los costes ambientales, el empleo de nuevas tecnologías de la información y comunicación que permitan la transición desde la demanda pasiva a la demanda activa, la concienciación social hacia un consumo responsable, la interconexión de los sistemas energéticos entre países, etc.

Las energías renovables son muy heterogéneas, por lo que resulta poco menos que atrevido tratar de sintetizar sus características o tratar de asignarles patrones comunes. No obstante a continuación, con esta objeción y de forma muy genérica, intentaremos señalar algunas de sus ventajas e inconvenientes.

Entre las principales ventajas de las energías renovables destacaremos que son inagotables a escala humana, no producen emisiones de gases contaminantes (o en caso de generarse se compensan a lo largo de su balance productivo), no generan residuos de tratamiento peligroso, son autóctonas, se acoplan al territorio contribuyendo a su equilibrio productivo y que, finalmente, crean más empleo y de mayor cualificación que las fuentes convencionales.

Entre sus desventajas apuntaremos que al tratarse de recursos autóctonos sólo se pueden explotar allá donde se encuentren (con independencia de su cercanía de las áreas de demanda), transforman el paisaje de sus emplazamientos (al igual que cualquier intervención humana sobre el medio), pueden tener afecciones sobre el medio en que se implantan o que resulta difícil realizar predicciones ajustadas sobre su contribución en un momento determinado.

En lo que respecta a los objetivos o medidas que mejoran la integración de las renovables en el sistema eléctrico, mencionaremos la reducción del consumo, el desplazamiento del consumo de la punta al valle, el llenado de valles o el descenso del consumo en horas punta.

Andalucía, gracias a las características climáticas de su territorio, cuenta con importantes y variados recursos energéticos renovables que son explotados desde antiguo. A partir de este potencial, Andalucía ha desempeñado un papel pionero en el desarrollo de las tecnologías renovables (Tarifa, Tabernas, etc.). Buena parte de la fortaleza y potencial del sector de las renovables en Andalucía reside, esencialmente, en la diversidad y calidad de fuentes de energía disponible.

9.1.2. El papel del planeamiento.....

La consideración de los condicionantes del lugar (soleamiento, vientos dominantes, clima, topografía, etc.), constituyen una referencia clave para entender la naturaleza de muchas construcciones y la lógica de implantación de las ciudades desde tiempos inmemoriales hasta la actualidad.

A lo largo del siglo XIX, cuando el deterioro del medio ambiente comienza a ser asociado a la intervención humana, surgen las primeras reflexiones en pos de una planificación responsable. Estas incipientes aproximaciones a la planificación ecológica, encuentran parte de sus fundamentos en ancestrales principios que vuelven a cobrar vigencia tras ser redescubiertos (bioclimatismo, etc.).

La conquista del espacio, con la aparición de las primeras imágenes tomadas por satélite durante el siglo XX, traslada una apariencia frágil de la Tierra y aporta tecnologías que confirman su empobrecimiento medioambiental. Ante la inmensidad del espacio exterior se ponen en crisis los sustentos de las teorías antropocentristas y surgen movimientos que se replantean el papel del hombre ante la naturaleza (hippies, land art, etc.).

De esta necesidad de establecer una nueva relación con el medio y descifrar el lenguaje de la naturaleza, surgen las bases de la “planificación ecológica”. Estas inquietudes llegan de forma tardía a España, siguiendo la atonía de buena parte del siglo XX en lo referente a importación de tendencias ideológicas y conceptuales, y no terminan de encontrar acomodo en una disciplina urbanística pendiente de reformulación.

La práctica continuada de lo que se podría denominar como un “urbanismo a la carta”, al servicio de agentes con una base eminentemente especulativa, ha permitido la “construcción de ciudad” bajo un patrón inasumible desde una óptica social, territorial y del medio ambiente. En España el modelo de ocupación territorial se ha basado en un desarrollo extraordinario de suelo urbanizable que no se ha visto acompañado de un crecimiento demográfico equiparable. Este proceso, especialmente intenso a comienzos del siglo XXI, ha estado alentado por la inercia de un modelo económico excesivamente dependiente del sector de la construcción. Al “negocio inmobiliario” han concurrido grandes grupos empresariales y entidades financieras, alentados por la irresponsabilidad de unas administraciones públicas que han reducido el urbanismo a su faceta de fuente de financiación.

El resultado ha dejado enormes huellas, y costes ocultos, que requerirán de un enorme esfuerzo colectivo para ser superadas. Desde la óptica del medio ambiente, la transformación de suelos otrora productivos como vegas y huertas, campiñas, etc., o de alto valor ambiental (en especial en el litoral). A nivel paisajístico la destrucción de todo tipo de enclaves sensibles y la configuración de ciudades y entornos urbanos como espacios de gran mediocridad. A nivel económico un desequilibrio de tales dimensiones que ha requerido la inyección de dinero público, mediante la transformación de deuda privada en deuda pública, y una grave recesión que aún tardará años en remontarse. A nivel social el sobreendeudamiento de millones de familias que están al borde de la exclusión social debido a la existencia de leyes con una clara vocación de usura y falta de respeto a los derechos de los consumidores. A nivel de política de vivienda la inexistencia de un parque público de viviendas, acorde con la demanda, mientras decenas de miles de viviendas permanecen cerradas o a medio terminar.

A esta situación se ha llegado debido a la asunción de los poderes públicos de lógicas cortoplacistas, eminentemente mercantilistas, que han antepuesto los valores especulativos al interés común.

El valor especulativo del suelo, ante las expectativas de obtención de lucro consagradas por normas como la Ley del Suelo 6/1998, se ha impuesto con creces a los valores paisajísticos, productivos, culturales, medioambientales, etc. Por su parte el urbanismo ha centrado su actividad, de forma mayoritaria, en su generosa capacidad de obtención de plusvalías obviando el resto de sus principios más elementales. La obsolescencia instrumental del planeamiento exige una revisión completa de la disciplina urbanística. En otro ámbito, la falta de transparencia durante los procesos en los que se gesta la transformación del régimen jurídico del suelo ha abonado el terreno para la aparición de no pocos casos de corrupción.

Otra de las disfunciones que arrastra la práctica del urbanismo y del planeamiento territorial es su escasa atención a aquellas actividades más singulares o con menor demanda desde el negocio inmobiliario convencional (centrado en un producto residencial y terciario fundamentalmente). Urge una profunda revisión de los principios que rigen la ordenación de buena parte de las actividades productivas (industria, energía, actividades agropecuarias, etc.). La adecuación de los estándares urbanísticos a estas realidades resulta manifiestamente mejorable.

Buena parte de la capacidad de respuesta a la situación actual, debido al aumento de la población urbana, corresponde al ámbito de lo local. La función pública debe procurar un modelo “agradable de habitar” que, además de satisfacer las necesidades económicas y físicas, considere las legítimas aspiraciones sociales, ecológicas y culturales de los grupos humanos.

Esta inquietud viene siendo recogida por las administraciones locales y regionales, mediante la elaboración de su propia Agenda 21, desde que en 1994 se establecieron una serie de compromisos en Aalborg (Dinamarca). Buena parte de sus esfuerzos se centran en mejorar la relación hábitat natural - hábitat artificial.

La movilidad y el consumo energético son factores claves en una ecuación que puede ser resuelta satisfactoriamente desde el diseño urbano. Se trata de poner en marcha nuevos modelos urbanos que permitan alcanzar el confort deseado sin hipotecar aún más el hábitat natural. Consideramos que una “disciplina urbanística renovada” se postula como uno de los principales mecanismos que permitan conciliar las actividades humanas con la salvaguarda de la riqueza ecológica y cultural heredada.

Entre los retos del planeamiento destacaremos: la adecuación de los instrumentos de ordenación al escenario contemporáneo, la superación del actual marco de plazos que establecen su vigencia, el aumento de la participación y transparencia durante su gestión, la adopción de principios ecológicos entre sus fundamentos conceptuales, etc.

Las energías renovables constituyen una de las realidades emergentes que están empezando a proliferar por nuestro territorio. Desde la óptica del planeamiento destacaremos en primer lugar que las renovables vinculan su aprovechamiento a los recursos endógenos del territorio sobre el que se asienta una instalación. En segundo lugar que tienen una versatilidad funcional que les permite transformar la fuerza de los recursos naturales en energía eléctrica, aplicaciones térmicas, mecánicas, combustible etc. Por último que representan una oportunidad para “democratizar” el actual modelo de relaciones entre agentes en un sector estratégico, y tradicionalmente opaco, como el energético.

Defendemos que parte de las soluciones urbanas y territoriales del futuro pasan por una correcta planificación de la implantación de instalaciones de energías renovables en nuestro entorno.

Debemos promover actuaciones que permitan una mejor integración de las renovables en edificios, núcleos urbanos, áreas rurales, infraestructuras, etc., con el objetivo de compatibilizar y superponer las instalaciones renovables con el resto de actividades. Podemos contribuir a su implantación en el territorio mediante proyectos de calidad que simbolicen el impulso de una sociedad dispuesta a asumir el reto de conciliar desarrollo y ecología. Para ello resulta vital la concienciación social y la asimilación de la necesidad de acometer transformaciones en nuestros paisajes y usos cotidianos.

9.1.3. Antecedentes y fundamentos de las EERR.....

El hombre ha establecido un vínculo con los recursos energéticos renovables, de los que se viene aprovechando desde antiguo, que ha determinado su forma de relacionarse con el entorno. Mediante un estudio del comportamiento de los fenómenos naturales, prolongado durante siglos, ha podido desvelar las claves del lugar que habita. De un conocimiento detallado de los condicionantes del lugar podemos extraer las propias claves del aprovechamiento responsable o renovable de sus recursos. Si bien hablamos de lógicas naturales que con frecuencia siguen siendo imprevisibles para el hombre. Cronológicamente, y simplificando enormemente, distinguiremos entre tres etapas en la explotación de los recursos renovables:

.- Primera etapa: Es la más larga, con un origen indeterminado que se remonta a tiempos remotos y llegaría hasta la irrupción de las fuentes fósiles como base del sistema energético (en torno a la Revolución Industrial). Se caracteriza por un uso directo de los recursos, como en el caso del Sol o la geotermia, o su transformación en energía mecánica a través de ingenios como los molinos. En esta fase, la demanda

energética se trata de ajustar a los recursos autóctonos disponibles en un entorno inmediato. Las actividades tienden a localizarse junto a los recursos energéticos.

.- Segunda etapa: Se inicia con la Revolución Industrial y culmina con la Crisis del Petróleo (1973). Se produce un aumento exponencial de la demanda energética que precisa de recursos exógenos. Los recursos renovables quedan apartados frente a la aparición de las fuentes fósiles. A nivel experimental se ponen las bases para la generación de electricidad mediante recursos energéticos renovables.

.- Tercera etapa: Comprende desde la Crisis del Petróleo hasta nuestros días. Se toma conciencia de la necesidad de buscar alternativas a las fuentes fósiles, a pesar de que prosigue el aumento de la demanda energética. Las renovables vuelven al debate energético y comienzan a proliferar por el territorio.

La selección de emplazamientos y la tecnología disponible en cada momento son los factores clave que determinan la viabilidad de la explotación de los recursos energéticos renovables.

El **viento** se genera debido a la acción conjunta de una serie de efectos térmicos, dinámicos y locales que determinan las características finales del mismo. Esta compleja interacción es la responsable de una de sus principales propiedades, la variabilidad. La dificultad que conlleva la predicción del comportamiento del viento supone uno de los mayores retos de la explotación de la energía eólica. La idoneidad de un emplazamiento depende fundamentalmente de las características del viento presente y de los propios condicionantes físicos del mismo (orografía, rugosidad de la superficie, elementos del entorno, etc.). El relieve y su “acabado” superficial pueden producir notables variaciones en la fuerza y dirección del viento.

El viento ha sido bautizado de forma prolífica (Siroco, Cierzo, Solano, etc.), en un fenómeno de personificación que no encontramos con otros recursos energéticos. Se tienen noticias de la existencia de molinos de viento desde tiempos remotos, si bien no comienzan a proliferar en Europa hasta el siglo XI. Las tipologías varían en función del área geográfica, fundamentalmente en el número de aspas y materiales empleados. Los molinos de viento se han convertido en iconos de los territorios sobre los que asientan, caracterizando paisajes con un alto grado de aceptación social.

Los primeros aerogeneradores aparecen a finales del siglo XIX con algunas limitaciones, debido al exceso de rigidez y baja velocidad del rotor, que se irán superando gracias a los avances de la aeronáutica. Durante todo el siglo XX se irán mejorando los prototipos y sus materiales, a escala experimental, pudiendo destacarse las aportaciones de Poul La Cour en Dinamarca, Ulrich Hutter en Alemania, Electricité de France en Francia o el Programa Federal del Viento de los EEUU. La “Crisis del Petróleo” de la década de los setenta refuerza la “alternativa” eólica, alcanzándose algunas pautas que marcarán su futura explotación (como la construcción de grandes turbinas). Posteriormente resultará clave la decidida apuesta de algunos estados europeos, mediante una legislación que prima la producción renovable, para la maduración tecnológica del sector.

En nuestros días la fórmula de aprovechamiento del viento con mayor éxito la conforman los parques eólicos, o agrupación de un grupo de aerogeneradores que vierten de forma conjunta su producción a la red. Los aerogeneradores más extendidos tienen una torre troncocónica de unos sesenta metros de altura, eje horizontal, rotor a barlovento con tres palas de unos treinta metros de longitud y un rango de potencia algo superior a un megavatio.

El **sol** es generador de la mayor parte de los recursos energéticos del planeta. La radiación solar que incide en un punto y momento concreto depende, fundamentalmente, de la posición relativa de la Tierra respecto del Sol y del papel que desempeña la atmósfera terrestre. Tampoco debemos ignorar la influencia de fenómenos impredecibles, tanto naturales (nubosidad, bruma, etc.) como artificiales (polución atmosférica), en este flujo energético. Y es que el aprovechamiento de la energía solar está sometido a la imprevisibilidad que caracteriza a las energías renovables.

La idoneidad de un emplazamiento para acoger una instalación solar viene condicionada por un marcado gradiente latitudinal, la radiación solar aumenta hacia el Sur, más intenso en verano. Este gradiente radiactivo aumenta en cadenas montañosas con orientación predominante con eje Este-Oeste así como en depresiones y zonas costeras llanas. La cantidad de radiación se ve disminuida en algunas áreas ante la presencia de nubes orográficas o por la polución ambiental emitida. Otros episodios meteorológicos, como la concentración de partículas en suspensión transportadas por el aire desde lugares remotos, también producen un efecto que aumenta la radiación difusa frente a la directa.

Numerosos asentamientos (poblados, ciudades, etc.) y actividades humanas (factorías de salazones, salinas, secaderos, etc.), de todas las épocas, han seguido una lógica de implantación territorial que ha tomado como referencia el soleamiento. Durante los siglos XVIII-XIX se sientan las bases teóricas y experimentales de las futuras aplicaciones solares fotovoltaicas y térmicas. En lo que respecta a la energía solar fotovoltaica destacaremos los descubrimientos de Becquerel, Hertz, Fritts, Smith y Olh, así como el impulso que recibirá de los avances aeroespaciales. En cuanto a la solar térmica mencionaremos las aportaciones de Saussure, Mouchot o Wilson. El despegue del sector solar tiene su origen en la Crisis del Petróleo de los años 70, de forma análoga al caso eólico.

En la actualidad el aprovechamiento de la energía solar, por una parte, mantiene “usos históricos” que el hombre ha venido realizando de la radiación solar como la obtención de sal, secado de alimentos y ropa, invernaderos, etc. Igualmente permite generar electricidad a partir de la exposición al sol de determinados materiales (fotovoltaica) y captar la radiación solar para elevar la temperatura de un fluido a temperatura baja (calentamiento de agua sanitaria), media y alta (generación de electricidad, tratamiento de materiales, etc.).

La **biomasa** es la más heterogénea de las renovables, materia orgánica no fosilizada que se emplea para generar energía u otros procesos industriales, por lo que no podemos establecer un emplazamiento tipo. No obstante se debería tender a su explotación en los lugares donde existe el recurso y próximo al punto de consumo. El aprovechamiento de la biomasa, está vinculado a los tiempos del dominio del fuego y su sobreexplotación dio lugar a los primeros episodios de desertificación por causas antrópicas. La biomasa se convertirá en la principal fuente energética de la Revolución Industrial, alimentando a numerosos ingenios de vapor, hasta su sustitución por el carbón y petróleo. Las aplicaciones actuales de la biomasa, abarcan desde soluciones domésticas a grandes instalaciones industriales. Permite aplicaciones térmicas directas, generar calor para la producción de electricidad, proporciona biocombustible para los e incluso se emplea en procesos de compostaje o de elaboración de alimentos para animales.

Los recursos **geotérmicos**, energía almacenada bajo la superficie de la Tierra en forma de calor, los clasificamos en función de su temperatura (Muy Baja, Baja, Media, Alta y Sistemas Estimulados). La energía geotérmica, generada en el núcleo terrestre, ha permitido acondicionar de manera natural

los primeros refugios del hombre en cuevas y cavernas. También ha caldeado el agua de balnearios y fuentes termales cuyo uso posterior se ha prolongado hasta nuestros días. En la actualidad las aplicaciones que se hacen de los recursos geotérmicos varían, fundamentalmente, en función de la temperatura a la que se encuentran y comprenden desde sencillas soluciones térmicos de ámbito doméstico hasta equipos más complejos generadores de electricidad.

La energía **hidráulica** está contenida en los caudales (energía cinética) y saltos (energía potencial) presentes en la corriente de ríos o canales. Los emplazamientos precisan cursos de agua con un caudal estable, cuyo mínimo no interrumpa el aprovechamiento, o con desnivel (de pequeña o gran altura). De su aprovechamiento dan fe numerosos molinos de agua, acequias, norias, albercas, etc. que pueblan las riberas desde la época romana. Las centrales hidroeléctricas tienen su primer referente en las cataratas del Niágara (EEUU) en 1895. La expansión de la producción hidroeléctrica estará muy vinculada a los avances en la tecnología de transporte y distribución de la electricidad. Actualmente las centrales minihidráulicas, con una potencia instalada inferior a los 10 MW, pueden ser de agua fluyente, de regulación propia o en canal de riego o de abastecimiento

Entre las energías renovables marinas destacaremos los recursos **mareomotrices**, aprovechan la diferencia de energía potencial del agua marina entre la pleamar y la bajamar. En Andalucía constatamos la presencia de molinos mareales, en el arco litoral atlántico, al menos desde el siglo XV. En 1966 se construyó en el estuario del Rance (Francia) la primera central mareomotriz generadora de electricidad a escala comercial. En el presente numerosos documentos y estudios internacionales concluyen que los recursos renovables marítimos albergan una inmensa cantidad de energía. El mejor conocimiento de la dinámica de los mares y océanos ha puesto a disposición del hombre la explotación de recursos energéticos renovables hasta ahora sin aprovechar. Algunas fuentes como el gradiente térmico y salino, la undimotriz o las corrientes marinas están en plena fase de desarrollo.

9.1.4. Renovables y territorio.....

Al concepto de territorio se han acercado buena parte de las ramas del conocimiento humano, si bien podemos destacar las aportaciones del campo de la geografía. El manejo y administración del territorio da entrada al concepto de “ordenación del territorio”, ampliamente interpretado en diversas corrientes. Consideramos que estos modelos encierran concepciones, que trascienden al programa de necesidades físicas y económicas, sobre el modo en el que hombre debe relacionarse con su entorno y puede disponer de sus recursos. De ahí la importancia de los fundamentos culturales en la definición de los patrones, en el plano teórico, y de la capacidad efectiva de cada grupo social para ejecutar proyectos colectivos, en el plano práctico.

La génesis de los recursos energéticos renovables requiere una acción conjunta de procesos naturales, similares a los que moldean el territorio en el que se hallan. Del conocimiento de estas lógicas del lugar, podemos extraer las claves de un aprovechamiento responsable de sus recursos. Esta simbiosis entre energía renovable, territorio y medio ambiente, representa su mayor activo a la hora de planificar un equilibrado acople territorial de las instalaciones.

Sin embargo las exigentes demandas de abastecimiento energético pueden llevar a una selección de emplazamientos no adecuados, desde la óptica de una explotación sostenible de sus recursos renovables, con la consiguiente aparición de afecciones ambientales. Esta incidencia territorial se proyecta, a diferencia de las fuentes energéticas convencionales, sobre el entorno cercano a los emplazamientos. Por ello, sus afecciones se pueden calibrar y, mediante una correcta planificación y ejecución de las instalaciones, mitigar.

La generación de electricidad a partir del **recurso eólico** se materializa sobre el territorio a partir de dos modelos, los sistemas aislados, no conectados a la red eléctrica, y los parques eólicos, vierten su producción al sistema eléctrico.

Los sistemas aislados, debido a su escala y a la superposición entre el centro de producción y consumo, tienen menor incidencia en lo referente a la ocupación territorial. Esta limita sus huellas a la cimentación de la torre y a la propia torre que sostiene el ingenio.

Por su parte y dentro de los parques eólicos distinguiremos, en función del medio en el que se localizan, entre los terrestres y los marinos.

Los **parques eólicos terrestres** siguen un patrón de implantación caracterizado por abarcar un gran campo visual que se materializa mediante una reducida ocupación del terreno. Sus principales elementos son infraestructuras viarias, plataformas, cimentación, aerogeneradores, infraestructuras eléctricas y edificaciones auxiliares. La ejecución de las infraestructuras viarias y plataformas, permiten el acceso de la maquinaria para la construcción y mantenimiento, representa el mayor consumo de suelo del parque. Su trazado, pistas de tierra que registran al conjunto de aerogeneradores, adapta las necesidades de circulación de la maquinaria a la topografía de cada emplazamiento. El viario adopta formas orgánicas o lineales, en función de la orografía (llanos, crestas, laderas, etc.), que marcan el grado de ocupación y adecuación del terreno que requiere su ejecución. La cimentación fija la torre al terreno y se calcula en función del tamaño del aerogenerador y las propiedades del suelo. Los aerogeneradores, elemento más reconocible, se distribuyen según la orografía del emplazamiento y las condiciones de los vientos dominantes. Las infraestructuras eléctricas vierten la producción del parque a través de líneas enterradas, en las proximidades del parque, subestaciones y líneas de evacuación aéreas. Finalmente, desde las edificaciones auxiliares se controlan y mantienen los componentes del parque.

Entre las **afecciones** ambientales de un **parque eólico**, destacaremos: riesgo de accidentes, paisaje (objeto de un aparatado propio), erosión, ruido, esbatimento, contaminación lumínica y peligro para la avifauna. Aunque remoto, se tiene noticia de algunos sucesos, existe el peligro de incendio, desplome del rotor o de la torre de un aerogenerador. La erosión, daño de la cubierta vegetal de la superficie ocupada por el viario, plataformas, cimentación y zanjas de infraestructuras, tiene su origen fundamentalmente durante la fase de construcción. Las emisiones sonoras de los aerogeneradores, sólo se perciben en las inmediaciones del ingenio debido al ruido ambiental, se deben al movimiento y roce entre las piezas que conforman su maquinaria (ruido mecánico) y al roce del viento con las palas (ruido aerodinámico). Su posterior propagación depende de la distancia recorrida, las características físicas del emplazamiento y la presencia de vientos dominantes. El esbatimento, o sombra en movimiento proyectada por el rotor, puede ser muy molesta en el entorno de la torre. La contaminación lumínica, debido a los destellos de las balizas incorporadas en la góndola de los aerogeneradores por seguridad aérea, son especialmente molestas durante la noche en aquellas áreas donde se concentran varios parques eólicos en las proximidades de núcleos urbanos, carreteras, etc.

Finalmente el peligro para la avifauna, riesgo de colisión de aves contra las palas en movimiento del aerogenerador, es una de las afecciones más estudiadas pero con resultados más contradictorios. La conclusión de buena parte de los estudios es que existen parques eólicos que, debido al emplazamiento de determinados aerogeneradores coincidentes con rutas de vuelo, registran tasas de mortalidad más elevadas. También indican que la velocidad de rotación de las palas es directamente proporcional a la probabilidad de accidentes por colisión.

Los **parques eólicos marinos** trasladan al mar buena parte de las tensiones ambientales consustanciales a la explotación del recurso eólico. La principal diferencia con los parques terrestres es la ausencia de infraestructuras viarias y la forma reticular que adoptan, ante la homogeneidad del enclave y propiedades de los vientos dominantes. Su cimentación, generalmente monopilotes en el lecho marino, es más costosa que la terrestre. Los aerogeneradores suelen tener una dimensión más reducida que los terrestres, ante la mayor estabilidad térmica y ausencia de obstáculos que generen turbulencias. Las infraestructuras eléctricas van enterradas hasta que sobrepasan la zona de servidumbre marítima terrestre de la costa.

El **aprovechamiento** de la **energía solar** tiene numerosas formas de proyección territorial, en función de sus aplicaciones prácticas. Sintetizando, distinguiremos entre sistemas solares descentralizados y los que vierten su producción a la red.

Los sistemas descentralizados, fotovoltaicos y térmicos de baja temperatura, se caracterizan por su escasa incidencia territorial y facilidad de encaje a edificaciones existentes. El desigual despliegue experimentado por ambas tecnologías está causado, en parte, por la diferencia de trato legislativo de la que son objeto.

Respecto a las plantas que vierten su producción al sistema eléctrico distinguiremos, atendiendo a la tecnología de la instalación, entre huertos solares fotovoltaicos (fijos o con seguimiento) y plantas termosolares (concentradores cilindro parabólicos o de receptor central).

A su vez y dentro de los huertos solares podemos distinguir, en función de su ubicación, entre centrales fotovoltaicas urbanas (parques, fachadas y cubiertas de edificios, pérgolas, áreas industriales, etc.) y centrales fotovoltaicas no urbanas (áreas rurales, espacios naturales, etc.).

Los principales componentes de los **huertos solares fotovoltaicos**, a efectos de ocupación del territorio, son el viario, campo solar, cimentación, módulos fotovoltaicos, edificaciones auxiliares, infraestructuras eléctricas y líneas de evacuación. El campo solar, espacio ocupado por los módulos fotovoltaicos, representa el mayor consumo de suelo y la mayor intervención sobre el emplazamiento (al precisar habitualmente su desbroce y explanación). Esta afección ambiental aumenta en laderas con pendiente respecto a enclaves llanos. El campo solar dispone de vallado perimetral, para impedir el libre acceso, habitualmente en áreas no urbanas en las que disfruta de uso exclusivo sobre el terreno. Por su parte en áreas urbanas, suelen compatibilizar su uso con otras actividades, recurren a pérgolas u otras estructuras que liberan el espacio inferior. La cimentación, fija los soportes de los módulos fotovoltaicos al suelo, es superficial de hormigón armado. En las instalaciones sobre cubiertas o fachadas se emplean sistemas de anclaje. Los módulos fotovoltaicos pueden ser fijos (a nivel de suelo o en fachadas y cubiertas) o con seguimiento (de uno o dos ejes). La productividad de la central, y el consumo de suelo, varía según la tecnología seleccionada. Los módulos fijos consumen siete veces menos suelo que los módulos con seguimiento a dos ejes aunque desarrollan una potencia un treinta por ciento inferior aproximadamente.

Las **plantas termosolares** se ubican en entornos rurales, ante sus dimensiones y necesidades funcionales, con disponibilidad de abastecimiento de agua y vertido de la electricidad generada a la red. Las centrales más extendidas son la de receptor central (RC) y las de concentradores cilindro-parabólicos (CCP). Sus principales componentes son el viario exterior, campo de heliostatos (RC) o reflectores (CCP), cimentación, heliostatos o reflectores, torre central (RC), edificaciones auxiliares, líneas de evacuación y otros elementos. El campo de heliostatos o reflectores precisa una vasta superficie, de unas 100 hectáreas aproximadamente, con orografía plana. Al tener uso exclusivo sobre el recinto que ocupa, cuya superficie depende de la tecnología empleada, cuenta con vallado perimetral. La formalización del viario interior puede ser ortogonal (CCP) o concéntrica en torno a la torre (RC). La cimentación es superficial y ancla los soportes de los heliostatos o reflectores al terreno. Los heliostatos (RC) son espejos con un mecanismo dinámico de seguimiento al Sol, con una superficie aproximada de 100 metros cuadrados, que reflejan la radiación solar sobre el receptor ubicado en la torre. Los reflectores (CCP) son espejos parabólicos, con seguimiento dinámico de la órbita solar a un eje, que incorporan un tubo cuyo fluido térmico absorbe las radiaciones solares.

Las centrales de receptor central incorporan a sus componentes una torre de grandes dimensiones que alberga el receptor que recibe la radiación solar. Su altura, suele superar los 100 metros, es directamente proporcional a la superficie del campo de heliostatos. El receptor que alberga la torre puede ser externo o de cavidad, lo que repercute en la morfología del campo solar. Finalmente las plantas termosolares incorporan todo tipo de edificaciones auxiliares e infraestructuras como turbinas, condensadores, tanques, bombas, centro de control, balsas, líneas de evacuación, etc.

Dentro del **impacto** ambiental de las **centrales solares** destacaremos la ocupación de suelo, ruido, paisaje (objeto de un aparatado propio), consumo de agua, residuos, accidentes, erosión y contaminación lumínica. El mayor impacto vinculado a la ocupación del suelo, el efecto “isla” o interrupción de las dinámicas naturales, aparece asociado a las grandes centrales solares. Para minimizar estas afecciones se debería priorizar la selección de enclaves de escaso valor ambiental y paisajístico, con bajo rendimiento agropecuario, próximos a la red eléctrica, y evitando áreas de recarga de acuíferos, cursos de agua y corredores naturales de fauna. También se debe trabajar en el perímetro de la central seleccionando el tipo de cerramiento más adecuado, el tratamiento de borde, etc.

Las centrales solares emiten ruido, más o menos molesto, en su fase de construcción (como cualquier obra de ejecución) y durante su funcionamiento (generado por las maniobras de los mecanismos de seguimiento solar, transformadores, líneas eléctricas, tareas de limpieza, etc.). A estas emisiones las centrales termosolares añaden el generado por las turbinas, torres de refrigeración, etc. El consumo de agua de las plantas solares es uno de los aspectos más sensibles, ante la habitual escasez de agua en áreas ricas en recurso solar. Se precisa agua para la limpieza de la superficie reflectante y para, en las centrales termosolares exclusivamente, diversos procesos de la generación (turbinas vapor, enfriamiento, etc.). Habitualmente, para garantizar el suministro de forma autónoma, se construyen balsas de agua en el entorno de las centrales que aumentan el impacto ambiental del conjunto. Otra afección se produce durante el desmantelamiento de los módulos fotovoltaicos, algunos de cuyos componentes son especialmente tóxicos y requieren tratamiento. El impacto vinculado a la erosión del suelo (movimiento de tierras para adecuar el campo solar, levantar vías, enterrar cableado, etc.) debe ser mitigado mediante una correcta planificación, que evite enclaves con pendientes elevadas, y una posterior restauración ambiental. Finalmente pueden aparecer afecciones derivadas de los destellos de la superficie reflectante.

9.1.5. Renovables y paisaje.....

El estudio del paisaje como producto de la percepción colectiva del territorio integra los valores materiales del soporte físico y los que configuran nuestro entendimiento. Por ello debemos distinguir entre lo que existe “per se” con independencia de la mirada y lo que surge con esta. Buena parte de la complejidad intrínseca al concepto de paisaje se debe a esta concurrencia de factores objetivos y subjetivos, realidad material y proceso mental, y a su evolución con el paso del tiempo.

La representación del paisaje nos ha legado un enorme conocimiento sobre la evolución de su percepción a lo largo de la historia. Su influencia en la configuración de la identidad de los pueblos, así como reflejo de la acción de los gobernantes, explica determinadas disfunciones entre lo evocado y lo real. De su estudio se obtienen claves que registran los paradigmas culturales dominantes en cada época y marco geográfico. También nos aporta un indicador válido sobre el grado de sensibilidad y desarrollo cultural, durante las épocas de grandes transformaciones históricas las cuestiones paisajísticas adquirieron gran notoriedad, alcanzado por un grupo humano.

La implantación de instalaciones de energía renovable sobre el territorio tiene incidencia sobre el paisaje original. La complejidad del estudio de esta afección, una de las más contestadas, requiere la adopción de una metodología previa que fije aspectos como la **escala** de trabajo (región, comarca o lugar). Si bien la incorporación del paisaje al planeamiento sigue siendo una tarea pendiente de la disciplina urbanística, esta carencia es aún más evidente en la escala de planificación regional. A escala **regional** resulta esencial para preservar el equilibrio territorial, evitando la saturación de determinadas áreas, una correcta distribución de instalaciones de energía renovable. Por su parte, la prevalencia de instrumentos urbanísticos locales, en la escala **comarcal** o subregional, habilita la intervención sobre ámbitos geográficos específicos. En ellos se pueden establecer con precisión las diferentes tipologías paisajísticas. A esta escala si contamos con alguna referencia como el Plan Especial Supramunicipal de Ordenación de Infraestructuras de los Recursos Eólicos de La Janda. Plantean un manejo del paisaje fundamentado en una identificación y cualificación previa de los recursos paisajísticos. Por último la escala **local** del paisaje nos acerca al concepto de lugar, protagonizado por el encuentro entre lo artificial y las condiciones naturales del lugar. Por ello, se trata de una escala que requiere gran implicación proyectual.

Entre las **herramientas actuales** que contamos para trabajar con el paisaje podemos destacar el potencial que albergan las nuevas tecnologías. Sus aplicaciones geográficas ponen a nuestra disposición la concepción de nuevos instrumentos que faciliten la reformulación del planeamiento en general y la ciencia del paisaje en particular. Entre los logros pendientes se encuentran la definición de una nueva dimensión temporal que supere el tradicional marco de plazos, la determinación de la capacidad de acogida del territorio o la implementación de un sistema efectivo de participación ciudadana. De esta forma conseguiremos una mayor implicación en el desarrollo de un proyecto colectivo que tenga al paisaje entre sus prioridades.

La necesidad de conciliar las instalaciones de energías renovables con la legislación sectorial, y con el resto de actividades humanas, se ha convertido en un factor de selección de emplazamientos casi tan restrictivo como la propia existencia de recurso. Esto ha propiciado que buena parte de las renovables hayan sido ubicadas en zonas rurales. No se ubican instalaciones renovables donde se quiere sino donde se puede, y en ocasiones se puede donde no se debe. Por todo ello el trabajo pendiente desde el campo del planeamiento, para equilibrar la incorporación de energías renovables al medio, es ingente.

El **paisaje rural** está marcado por la presencia continua del factor humano. Sus principales atributos son el relieve, el moldeado del relieve ejecutado por el hombre, revestimiento, la presencia de agua, fauna, núcleos de población, hitos y elementos dispersos, líneas en el paisaje trazadas por la acción humana, movimiento, sonido y olor.

Por su parte el **paisaje urbano**, condicionado por la necesidad de garantizar el funcionamiento del tejido de la ciudad, es el indicador por excelencia de la calidad del hábitat urbano. Agruparemos sus principales componentes en tres grupos. Dentro del vinculado a la propia configuración del lugar sobre el que se funda la ciudad destacaremos enclave, orografía y elementos naturales. En un segundo grupo producto de la construcción de la ciudad incluiremos el tejido urbano, el borde y la silueta. Finalmente un último grupo de elementos dinámicos como movimiento, concurrencia, sonido, olor e iluminación nocturna.

El estudio del **paisaje eólico** debe partir de un análisis sobre la presencia de molinos de viento y aerogeneradores en todo tipo de formas de **expresión humana**. Este análisis pondrá de manifiesto la evolución perceptiva de la sociedad frente a estos ingenios que se valen de la fuerza del viento.

Existen representaciones de molinos de viento en no pocos grandes maestros de la pintura como Jan Van Eyck, El Bosco, Rembrandt, Cézanne, Van Gogh, etc., lo que evidencia el interés que históricamente han suscitado. En el ámbito de la literatura, la referencia ineludible nos lleva a Cervantes y los episodios o ensoñaciones de don Quijote ante la presencia de los molinos manchegos. La toponimia, la filatelia, la lotería, etc. también se han hecho eco de la presencia de molinos de viento contribuyendo a un complejo proceso de aceptación social. El último eslabón de este largo proceso consiste en su valoración como patrimonio cultural.

Hacia los aerogeneradores actuales también se han vuelto las miradas de algunos creadores de nuestro tiempo. En este caso nos referimos al cine o a la obra de artistas plásticos que emplean aerogeneradores como soporte de sus creaciones. Medios más prosaicos, como la publicidad, también se valen de aerogeneradores en sus mensajes como icono de las nuevas tecnologías y el respeto al medio ambiente. Por último destacaremos la fuerza del diálogo visual que se produce entre antiguos molinos de viento y aerogeneradores contemporáneos en aquellos lugares donde comparten emplazamientos cercanos.

Sobre la **incidencia paisajística** de los **parques eólicos terrestres**, resulta evidente que la incorporación de aerogeneradores a un paisaje altera directamente la imagen de la cuenca visual en la que se implantan. Entre los efectos detectados citaremos los de intrusión, alteración, fragmentación, pantalla, dinámico y emisión de ruido. La conjunción de estos efectos puede ser especialmente intensa en las proximidades de los aerogeneradores, área en las que las referencias originales del paisaje suelen quedar enmascaradas tras la implantación de un parque eólico.

Sin embargo, el alcance de los efectos que proyecta un parque eólico sobre el territorio sobrepasa los límites de su entorno inmediato participando en los paisajes vecinos. Sus tensiones disminuyen con la distancia pudiéndose establecer las siguientes zonas de afección: muy alta (en un radio inferior a la longitud de las palas), alta (a una distancia de tres veces la altura del rotor), media (en un radio inferior a diez veces la altura del rotor) y baja (hasta que el ingenio desaparece de la vista. Estas magnitudes son de gran utilidad para la demarcación de ámbitos de protección visual en los entornos de espacios de sensibilidad paisajística. Abogamos por la selección de emplazamientos neutros en la valoración social, con poca relevancia ecológica y con recurso eólico suficiente.

Atendiendo al despliegue reciente de parques eólicos en nuestro entorno, podemos señalar como enclaves habituales: colinas, laderas, cerros y cabezos, crestas, cañadas y cauces, llanos y vegas. Otros factores, además de la orografía, que terminan por configurar paisajísticamente el emplazamiento son la cubierta vegetal, la proximidad de itinerarios, el grado de antropización del territorio, la presencia de núcleos urbanos o bienes de interés patrimonial y la visualización de hitos de relevancia natural. El grado de protagonismo de estos elementos en la configuración del paisaje es cambiante y se calibra en función de factores como la orografía o la distancia y el ángulo de visión del observador.

Del estudio y análisis de casos reales podemos indicar, en función de los emplazamientos más habituales, que la incidencia paisajística de un parque eólico:

.- En enclaves de una cresta que se alza sobre un entorno plano su presencia tiene amplia influencia más allá del borde de la zona de afección baja (diez veces la altura del rotor del aerogenerador). La envolvente del parque es orgánica y paralela a la línea de coronación de la montaña. Hasta que no se alcanza cierta cota, no se perciben las infraestructuras viarias.

.- En enclaves de una cresta rodeada de otras montañas y puntos altos su visibilidad queda muy reducida, la distancia del observador pierde importancia respecto a la orografía, ante la frecuencia con la que los aerogeneradores quedan ocultos parcial o totalmente. Resulta complicado percibir al parque eólico en su totalidad. El viario del parque se visualiza, en función de la cota, de forma más o menos fragmentada en pequeños tramos que se ocultan tras la orografía.

.- En enclaves llanos su presencia no va mucho más allá, en función de las características concretas del entorno, del borde de la zona de afección baja. Se suele tratar de planicies destinadas a actividades agropecuarias y con alto grado de transformación. La envolvente del parque es rectilínea y su viario se difumina ante leves remontes del terreno o la propia vegetación. Sólo cuando nos adentramos en la zona de afección media los aerogeneradores superan en protagonismo al resto de elementos presentes. En función del ángulo de observación, respecto a la alineación de los aerogeneradores, se pueden detectar efecto pantalla sobre el campo visual (vista perpendicular).

.- En enclaves de lomas levantadas sobre entornos llanos los aerogeneradores son divisables con claridad más allá del borde de la zona de afección baja, al estar dispuestos levemente por encima de la cota de la planicie adyacente. La envolvente del parque eólico se adapta orgánicamente a las formas de las lomas, detrás de las que se oculta parcialmente en función del ángulo de observación. Las vías no se observan con facilidad, con independencia de la distancia y el ángulo de observación, debido a la orografía.

Para enclaves con presencia de obstáculos naturales el ángulo de visión resulta más decisivo, al calibrar el impacto paisajístico de la instalación, que la propia distancia. Igualmente debemos considerar la diferencia de cota entre el emplazamiento y su entorno. Podemos concluir que la clave de una correcta implantación de un parque eólico, a efectos de paisaje, consiste en la interpretación de los elementos presentes en un enclave concreto. Nos referimos a factores de diversas escalas y naturaleza que permiten singularizar una intervención paisajística de calidad. La amalgama de matices que convergen en un determinado emplazamiento recomienda su manejo en un proyecto integral en clave de paisaje y territorio.

Respecto a la **incidencia paisajística** de los **parques eólicos marinos**, sus tensiones visuales se proyectan sobre dos ámbitos bien diferenciados aunque intrínsecamente vinculados: el medio marino (aerogeneradores y líneas de evacuación) y la franja costera (resto de componentes). El mar es un medio escasamente socializado por el hombre en el que apenas existen referencias al perder el contacto con la costa. El paisaje marino está protagonizado por la línea de encuentro entre el mar y el cielo, así como por la presencia de múltiples factores dinámicos. Cualquier intrusión, por sutil que sea, capta la atención del observador. En claro contraste la franja litoral está altamente socializada por la concentración de actividades humanas. Su paisaje es muy diverso y sensible y, desgraciadamente, de los más degradados. Por ello es recomendable optar por emplazamientos marinos ubicados a una distancia suficiente de la costa o divisables desde franjas de costa que no concentren valores paisajísticos y medioambientales de especial relevancia.

Disponemos de **referencias** sobre la aplicación de la **energía solar** desde tiempos inmemoriales. Desde el impulso dado por la carrera espacial, y el eco que el empleo de la energía solar tuvo en el cine y los medios de comunicación, la presencia de artefactos solares en nuestra vida cotidiana es constante.

El diseño industrial ha introducido en los hogares todo tipo de aparatos solares de uso doméstico como calculadoras, relojes, etc. Posteriormente, las aplicaciones solares se han hecho cotidianas en el mobiliario urbano. El mundo del arte no ha sido ajeno a las posibilidades que representa la energía solar y abundan las reflexiones al respecto. El concepto de las energías renovables como fuentes limpias, inagotables y de futuro es probablemente su mayor activo. Esto ha sido ampliamente explotado, con el consiguiente riesgo de manipulación, desde el ámbito de la publicidad.

Para abordar la **incidencia paisajística** de las instalaciones de aprovechamiento de la **energía solar** distinguiremos entre centrales termosolares, huertos fotovoltaicos e instalaciones urbanas.

Las necesidades de implantación de una **central termosolar**, caracterizada por un elevado consumo de suelo y la eventual aparición de hitos paisajísticos, determinan que los emplazamientos se localicen en áreas rurales. Las tecnologías empleadas, resultan decisivas al analizar su impacto visual. Las más extendidas en nuestro entorno son las de Concentradores Cilindro-Parabólicos y de Receptor Central (externo o de cavidad).

Los principales efectos sobre el paisaje de una central termosolar se deben a la necesidad de garantizar la planeidad del campo solar (requiere movimientos de tierra que alteran las formas y texturas del paisaje), a la concentración de elementos en el campo solar (incompatible con otras actividades), a la aparición de un hito artificial de gran altura (la torre de la tipología de receptor central), al movimiento de los reflectores o heliostatos (en este caso debemos incluir el haz de luces que proyectan sobre la torre) y al ruido del funcionamiento de las instalaciones.

Estos efectos se ven limitados al entorno próximo del perímetro de la planta termosolar (debido a la escasa altura de la mayoría de sus componentes), salvo en centrales de receptor central (la presencia de una torre de grandes dimensiones es visible desde lejos). El impacto visual de los elementos de escasa altura se encuentra más condicionado por la orografía que por la propia distancia. Finalmente la incidencia paisajística de la torre, exclusivamente en centrales de receptor central, nos permite diferenciar entre las siguientes zonas de afección medidas desde el borde del campo solar: alta o muy alta (a una distancia de tres veces la altura de la torre), media (en un radio inferior a diez veces la altura de la torre) y baja (hasta que la torre desaparece de la vista).

Del estudio de casos reales resaltamos la importancia de la orografía del entorno, ante la aparición de atalayas o pantallas naturales que modifican la visión del campo solar. Podemos concluir, en función de las tipologías más habituales, que la afección paisajística:

.- En centrales de Receptor Central externo, ubicadas generalmente en zonas planas, la incidencia paisajística de la planta solar varía con la distancia del observador. En la zona de afección baja, salvo el efecto de intrusión de la torre, se respetan las líneas, texturas y resto de componentes del paisaje original. En la zona de afección media, los elementos del paisaje original comienzan a declinar su protagonismo en beneficio de las infraestructuras del campo solar. Finalmente, en la zona de afección alta o muy alta el nivel de afección paisajística es muy elevado ante la pérdida de referencias del paisaje primigenio.

.- En centrales de Receptor Central de cavidad, las edificaciones auxiliares se agrupan junto a la torre en el borde del campo solar. En la zona de afección baja, se observa la torre y el haz de luces reflejado por el campo solar, el impacto visual es escaso. En la zona de

afección media, se comienzan a vislumbrar los depósitos e infraestructuras auxiliares de la central, los elementos primigenios del paisaje van cediendo protagonismo. En la zona de afección alta o muy alta, se divisan los heliostatos y el perímetro de la central solar, las referencias al paisaje original son difíciles de encontrar.

.- En centrales de Concentradores Cilindro – Parabólicos la ausencia de torre vincula aún más a la orografía, respecto a la distancia, su impacto visual. La transformación del campo solar es más intensa que en las centrales de receptor central, lo que aumenta su impacto visual en las inmediaciones de la instalación.

Las características de la implantación de una **central fotovoltaica** en un ámbito **no urbano**, y por extensión su afección paisajística, se ven condicionados por el tamaño de la misma. A diferencia de las centrales termosolares, que requieren una gran reserva de terreno, los huertos fotovoltaicos pueden tener superficies muy diversas. A su vez la tecnología empleada (sin seguimiento o con seguimiento a uno y dos ejes) determinará la densidad de ocupación del campo solar y, consecuentemente, su impacto visual.

Entre los principales efectos sobre el paisaje de un huerto fotovoltaico debemos distinguir entre los que incorporan módulos fotovoltaicos en hilera (sin seguimiento o con seguimiento a un eje) y los que emplean módulos autónomos (con seguimiento a dos ejes). Los primeros tienen menos altura pero aumentan la densidad del campo solar, que oculta cualquier referencia al estrato original, los segundos son más altos y visibles pero presentan un campo solar menos denso sobre el que se distingue el terreno natural. La ejecución de centrales con módulos en hilera exige la transformación del campo solar, mediante su desbroce y movimientos de tierra, en una gran planicie. En los enclaves con cierto desnivel el impacto visual de este tipo de intervenciones es notable. La acumulación de instalaciones en un ámbito, sin considerar la capacidad de acogida del entorno, puede conllevar la fragmentación del paisaje. El movimiento de los módulos solares origina cambios cromáticos, debidos a la diferencia de color entre las caras de los paneles, y emisión de ruido. En la mayoría de los casos estudiados, el cierre perimetral no cuenta con ningún tratamiento específico que mejore su integración en el entorno. Buena parte de estos efectos se concentran en las proximidades del campo solar y van desapareciendo con la distancia, si bien no debemos obviar el papel de orografía del entorno.

Finalmente las **instalaciones solares** urbanas tienen un impacto paisajístico atenuado por su ubicación en espacios e infraestructuras ampliamente transformadas y consolidadas. Se adaptan al tejido urbano bajo dos formatos:

La primera opción, y más extendida incentivada por la normativa de aplicación en el caso de agua caliente sanitaria (ACS), reduce costes aunque limita su tamaño a la capacidad de acogida de la estructura preexistente. Pueden ser de ACS o fotovoltaicas y se distribuyen por los distintos elementos que conforman la envolvente de la edificación. Se han convertido en habituales del paisaje de las cubiertas de nuestras ciudades, precisándose una mayor regulación al respecto. Igualmente conveniente sería el estudio sobre la adecuación de estas instalaciones a entornos y conjuntos patrimoniales.

La segunda opción es más costosa, e interesante desde el enfoque del diseño urbano, aunque permite aumentar el tamaño de la instalación. Normalmente son fotovoltaicas que requieren un tamaño mínimo para adecuarse a la normativa de aplicación. La compatibilización de usos se consigue mediante nuevos materiales o creando nuevas estructuras (de pequeño formato y asumibles en elementos del propio mobiliario urbano o de tamaño superior).

9.2 PROPUESTAS HACIA UN FUTURO RENOVABLE :

Una vez expuestas las conclusiones de la tesis, procedemos a elaborar unas breves propuestas orientadas a facilitar el cumplimiento del objetivo principal de la misma. Consideramos que avanzamos hacia un futuro que requiere soluciones para implementar fuentes energéticas alternativas y sostenibles. No hemos concebido las propuestas, fundamentadas en la experiencia acumulada durante la investigación, como una enumeración de conclusiones particulares. Las entendemos como una reflexión centrada en algunos procesos y mecanismos que podrían desempeñar un papel activo en la implantación de instalaciones de energías renovables a partir de un correcto manejo del paisaje y el territorio. Por su condición abierta, encontraremos gran diversidad de alcance y escala en su formulación. Estaríamos muy satisfechos si de las mismas surgieran nuevas líneas de investigación o fueran aprovechadas para profundizar en algunas de las ya apuntadas en el presente texto. Con estas premisas, las hemos dividido en tres apartados. El primero está destinado a aquellas propuestas entendidas en clave territorial, el segundo recoge las vinculadas con el paisaje y el tercero contiene una propuesta metodológica para elaborar unas ordenanzas reguladoras de instalaciones de EERR.

9.2.1. Territorios renovables.....

“...., estoy en el puro porvenir que me rodea. El porvenir es el mar, el viento, el cielo, la luz”¹.

Hemos comenzado nuestra reflexión hacia un futuro renovable, rescatando la cita con la que iniciamos la tesis doctoral. La misma incorpora términos como porvenir, una de cuyas primeras acepciones es la de tiempo futuro. Es una composición sencilla que vincula el tiempo futuro al mar, el viento, el cielo, la luz.

En realidad se trata de una cita que ha estado presente en nuestra investigación desde su gestación, y cuya interpretación personal adoptamos como referencia conceptual. Porque la tesis “Territorios renovables, paisajes emergentes” reflexiona, precisamente, sobre como caminar hacia a ese porvenir. Un tiempo futuro en el que las fuentes energéticas procedan del *“mar, el viento, el cielo, la luz”*, así como de cuantos recursos permitan articular alternativas energéticas renovables y sostenibles.

Para vislumbrar ese porvenir debemos ser capaces de formular soluciones y respuestas adecuadas en el presente. Nos encontramos ante un escenario contemporáneo, analizado en este texto, del que podemos destacar entre otros procesos de relevancia territorial el aumento de la población mundial y la creciente demanda energética. Ambas tendencias, que se encuentran imbricadas y generan a su vez otros procesos, suponen un reto para el planeamiento.

A la explosión demográfica del planeta, especialmente intensa en algunas áreas geográficas, le ha seguido un proceso de concentración de la población en las áreas urbanas. A su vez las ciudades, debido a su propia configuración, se han convertido en verdaderos sumideros energéticos. El incremento de la demanda energética reclama la puesta en explotación de nuevos recursos para satisfacer sus necesidades. Estos procesos proyectan una tensión sobre el territorio materializada en una progresiva ocupación y transformación de hábitats naturales, con la consiguiente destrucción de ecosistemas y pérdida de biodiversidad, y un paulatino empobrecimiento del hábitat urbano. En este contexto debemos considerar las aportaciones, en clave energética y territorial, que proceden del campo de las renovables y pueden ayudar a invertir la tendencia.

¹ LE CLÉZIO, J.M.G, *El buscador de oro*, Barcelona, La otra orilla – Grupo Editorial Norma, 2008, pp.114.

A pesar de su notable incidencia territorial, las cuestiones relacionadas con las actividades energéticas aún tienen escaso seguimiento por parte de la disciplina urbanística. En el desarrollo del ejercicio profesional podemos constatar la falta de referencias al respecto, en especial en la propia administración, y por extensión la dificultad de aplicar un marco legal e instrumental que no está concebido para esta materia. Como ejemplo del estado de la cuestión podemos señalar como a pesar de la notable incidencia territorial que puede tener un centro de generación energética de gran escala (refinería, centrales de ciclo combinado, etc.), los parámetros urbanísticos que se deben aplicar son similares a los del resto de la trama urbana. Estas disfunciones en la práctica del planeamiento evidencian la necesidad de acometer una revisión disciplinaria que la dote de herramientas adecuadas, teóricas e instrumentales, a los retos del presente.

En lo referente al campo de las renovables, y al objeto de acotar nuestra reflexión, distinguiremos entre dos ámbitos de actuación preferentes: las áreas urbanas y las no urbanas. A efectos energéticos, el primero se caracteriza por tener una mínima implicación en la generación de energía pero acaparar la mayor parte de la factura energética.

Este desequilibrio es objeto de acciones tendentes a ajustar su demanda de energía. Nos referimos a programas y actuaciones orientadas, fundamentalmente, a la eficiencia y ahorro energético (movilidad sostenible, sistemas constructivos eficientes, etc.). También se han abordado las cuestiones relacionadas con la producción energética (en especial energía solar). Aunque algunas de estas medidas han adquirido rango normativo, su capacidad de influencia sobre la factura energética global es discreta. Consideramos que una de las causas que limitan su efectividad se debe a que se trata de actuaciones sectoriales, y aisladas entre sí, que no han considerado a la ciudad como un organismo en su conjunto. Por ello, entendemos que sigue habiendo margen de mejora en la adecuación de los ámbitos urbanos para albergar un mayor número de instalaciones de energías renovables.

La necesidad de acercar los centros de producción y consumo energético, nos puede obligar a aceptar estas infraestructuras en aquellos ámbitos que sean susceptibles de explotación. Se trata de aquellos espacios en los que se desenvuelve la vida urbana cotidiana. Hablamos de la configuración de propuestas inéditas que incorporen estos elementos emergentes en una nueva lírica creativa que defina los paisajes urbanos del futuro.

Para intervenir en las ciudades vamos a precisar que la disciplina urbanística recupere su capacidad transformadora y de innovación ante los vertiginosos cambios socioeconómicos que se suceden. Desde una óptica energética las ciudades deben asumir su responsabilidad en la reversión de un imparable proceso de anquilosamiento funcional sólo mitigado por un insostenible consumo de energía.

Para ello debemos partir de un análisis de la ciudad en su conjunto que nos permitirá identificar los distintos tejidos que la conforman. Tejidos que trascienden a la tradicional distinción urbanística entre suelos residenciales, industriales, etc., o a la más detalladas ordenanzas tipológicas. Nos referimos a tejidos definidos, además de por estos parámetros del urbanismo convencional, por su funcionalidad, movilidad, consumo y grado de eficiencia energética, capacidad de generación de energía, etc. Una vez identificados los tejidos y elementos que conforman el organismo urbano podremos estudiar la puesta en marcha de medidas que permitan una mejora en su funcionamiento. Estas acciones incluyen desde el diseño urbano, la transformación de la trama existente, la integración de energías renovables, el estudio de la movilidad, la concienciación ciudadana, el diseño de la estructura energética, etc.

Sin embargo, la inercia del sistema energético actual es demasiado fuerte y traslada una parte sustancial de las tensiones territoriales a las áreas no urbanas, en las que se genera la mayor parte de la energía renovable que consumimos. En los últimos años, la incorporación de instalaciones renovables al medio rural ha permitido cierta dinamización económica para áreas tradicionalmente deprimidas. A medida que los enclaves ricos en recursos han sido ocupados, a veces superando su capacidad de acogida, la presión se ha ido trasladando a áreas sin explotar. La intensidad del proceso y su orientación futura, vinculada a la evolución de la demanda de energía, reclama una reflexión.

El hombre dispone de un conocimiento del medio rural, adquirido desde tiempos inmemoriales a partir de su observación y estudio, que le ha permitido seleccionar aquellas actividades mejor adaptadas al lugar y con mayor valor añadido. Por lo general se trata de actividades agropecuarias cuyo desempeño requiere un gasto de energía en sus diversas modalidades. Habitualmente coincide que la actividad referida, en especial cuando se ha sostenido en el tiempo, es la que tiene menor coste energético. Durante siglos han ido transformando su entorno de una forma pausada, perfilándolo hasta como lo conocemos hoy.

Por su parte las instalaciones de energías renovables contemporáneas, si bien se sustentan en una lógica de explotación de recursos ya existente, se han implantado en el medio en un tiempo record. La falta de planificación y referencias al respecto, anteriormente aludida y que en el mejor de los casos se ha limitado a distinguir entre zonas aptas y no aptas, ha consagrado una secuencia de implantación basada en factores como la existencia de recurso, el coste de la instalación y su rendimiento económico, la capacidad de vertido de la producción y la propiedad del suelo. La consecuencia ha sido la proliferación de instalaciones en base a proyectos de escasa calidad, en los que ha primado casi en exclusiva el factor económico.

Esta tendencia ha eclipsado otros parámetros como el grado de adecuación del sistema de aprovechamiento del recurso al entorno y consecuentemente su necesidad de transformarlo, la complementariedad con las actividades existentes, su integración paisajística, su capacidad de generar valor añadido frente a otras opciones, etc. La consideración de estos últimos factores incorporaría un enfoque que redundaría en un manejo responsable de los recursos territoriales y en la calidad de los proyectos ejecutados.

La limitación de recursos y emplazamientos apropiados, requiere respuestas desde el planeamiento como garante del equilibrio territorial. La implementación de buena parte de las mismas debe partir de una profunda revisión disciplinar del urbanismo y el planeamiento. Se trata en suma de una concepción del planeamiento que lo habilite como herramienta válida para velar por el territorio como patrimonio común.

Para ello abogamos por un enfoque dinámico, mediante la aplicación de nuevas tecnologías que sustituyan al tradicional marco temporal de plazos por uno de escrutinio del territorio en tiempo real, que concilie la mejora de los hábitats con el desarrollo de la actividad humana. Algo similar acontece con los estándares urbanísticos cuya aplicación actual es estática e insuficiente, lo que evidencia su obsolescencia. Parece más razonable ajustar la superficie de las reservas de equipamiento de determinadas actividades, por ejemplo un gran centro industrial, en función de su nivel de emisiones que asimilarla a una actividad convencional. Planteamos que el desarrollo de las actividades se acople con el territorio, mediante un seguimiento continuo de su incidencia, solidarizándolas con su correcto manejo. Disponemos de múltiples indicadores y sistemas que nos aportan información al instante sobre la alteración de las dinámicas territoriales.

La aplicación de este principio, de optimización y custodia de los recursos territoriales, a la implantación de energías renovables exige un profundo estudio de sus características y de la vocación y capacidad de acogida del territorio. Proponemos la ejecución de una caracterización del territorio en función de un factor de producción energético, es decir la cantidad de energía que puede generar potencialmente por rango de superficie. Es muy importante precisar que no nos conformaremos con el potencial de recursos energéticos renovables disponibles en un área geográfica determinada (información muy válida y contenida en atlas y otros estudios). El parámetro que consideramos relevante es el de producción real, más allá de la potencia instalada, referenciado a una tecnología renovable tipo. Para su obtención se procederá a monitorizar el rendimiento de instalaciones distribuidas por distintas unidades territoriales. En este sentido podemos apuntar que en ámbitos como Andalucía, con numerosas instalaciones renovables distribuidas por buena parte de su superficie, se podría elaborar un histórico de la producción real en los últimos años. Con ello, estaremos en disposición de obtener un gradiente de productividad energética del territorio según tecnología por unidades territoriales concretas. Como primera criba, la información obtenida será contrastada con las limitaciones derivadas de la legislación sectorial.

A continuación determinaremos la idoneidad del territorio para acoger una instalación renovable determinada. Para ello consideraremos los requerimientos que conlleva la implantación de las instalaciones (superficie, necesidad de evacuación, etc.), así como su incidencia paisajística y ambiental sobre el entorno (necesidad de ejecución de movimiento de tierras, alteración de dinámicas y procesos naturales, etc.).

Otro aspecto esencial, será la complementariedad de las instalaciones con otras actividades. Este punto incrementará el rendimiento de las áreas seleccionadas, permitiendo la conservación de usos que contribuyen a la custodia de los valores presentes en el territorio.

A este respecto contrasta el grado de complementariedad con otras actividades de las distintas instalaciones renovables. Así, los parques eólicos coexisten con la mayoría de actividades agropecuarias de las áreas que ocupan. Respecto a otros usos y actividades (infraestructuras, áreas industriales, tramas urbanas, etc.) se deben considerar criterios técnicos, tales como la distancia mínima de los aerogeneradores, que minimicen la aparición de afecciones o potenciales interferencias.

Por el contrario, las instalaciones de energía solar localizadas en áreas rurales se caracterizan por el uso exclusivo del terreno que ocupan. Esta cuestión se ve agravada cuando la superficie del campo solar alcanza dimensiones importantes y conforman a la instalación como un cuerpo aislado entre el resto de elementos del territorio. Existe un gran margen de mejora a este respecto que incluye desde actuaciones en el borde perimetral de la planta al propio tratamiento del campo solar. Queremos resaltar que la complementariedad de actividades es un principio que permanece vigente en el mundo rural, donde se aplica desde antiguo, y que está perdiéndose en nuestras ciudades para empobrecimiento del tejido urbano.

Tras el paréntesis destinado a la complementariedad de actividades, retomamos nuestra propuesta de mejora en el acople territorial de las instalaciones renovables. Una vez considerada la capacidad productiva de una tecnología renovable tipo y la idoneidad del territorio para sostenerla, como cuestiones previas, llega el momento de la toma de decisiones desde el planeamiento. Entendemos que estas podrían llegar a partir del establecimiento de un rango de prioridades, que incentive la implantación de algunas tecnologías respecto de otras en función de su idoneidad territorial.

Debemos fomentar el principio de obtener el máximo rendimiento energético del territorio con la menor afección posible sobre el enclave y su entorno. Llevándolo a la práctica de un emplazamiento determinado, con recursos eólicos y solares suficientes, se priorizará la tecnología más apropiada en función del principio expuesto y por encima de inercias como las derivadas de la estructura de la propiedad y otras.

Se trataría, en suma, de evitar que el criterio de selección de emplazamientos sea ajeno a la propia vocación del enclave, a sus valores, a sus flujos naturales, etc., en definitiva a su equilibrio territorial a largo plazo. Consideramos que es tarea del planeamiento primar estos parámetros con repercusión colectiva, tanto cuantitativa como cualitativa, frente a los exclusivamente cuantitativos y cortoplacistas.

Estimamos llegado el momento de la reflexión, evaluando el uso que se está haciendo del territorio, y de la acción, tomando decisiones colectivas sobre su destino. El planeamiento debe asumir su responsabilidad en el fomento de la adopción de una lógica en el manejo del territorio que nos acerque a un uso responsable de sus recursos.

9.2.2. Paisajes emergentes.....

Con carácter previo a nuestra meditación sobre el paisaje enunciaremos una de las claves de algunos artistas, encuadrados en el movimiento del land art, al afrontar sus obras:

“trabaja con el paisaje, no contra él”².

Este principio aparentemente simple, encierra toda una declaración de intenciones de lo que debería inspirar el trabajo con el paisaje. Un paisaje que es, como hemos expuesto con anterioridad a lo largo de la tesis, uno de los principales indicadores del nivel sociocultural alcanzado por un colectivo.

Y es que basta contemplar el paisaje que nos rodea, tanto urbano como rural, para constatar el escaso valor que caracteriza buena parte de las intervenciones contemporáneas realizadas por el hombre. En la mayoría de los casos se detecta con claridad la sumisión de cualquier atisbo de valoración estética en beneficio de consideraciones exclusivamente productivistas.

² RAQUEJO, Tonia, *Land Art*, San Sebastián, Nerea, 1998, pp.22.

Consideramos que un análisis profundo del paisaje nos desvela las distintas texturas, aportaciones de los grupos humanos que han intervenido a lo largo de la historia, que lo configuran. En otras épocas, se han conjugado las prioridades establecidas con un programa de intervención que incorporaba las cuestiones estéticas entre sus fundamentos. Los cambios ideológicos y sociales tenían la necesidad de hacerse visibles renovando la imagen de la ciudad y el territorio³.

Por ello, la aportación de nuestra generación a la configuración del paisaje debería ser asumida como un reto colectivo. El trabajo con el paisaje debe abarcar desde la escala regional a la local, en el ámbito del planeamiento, y desde intervenciones de gran entidad a pequeñas actuaciones, en el ámbito puramente proyectual. Hemos recibido como legado un amplio catálogo de paisajes rurales, naturales y urbanos de una extraordinaria belleza sobre los que hemos intervenido de manera inadecuada en la mayoría de los casos. Hacemos referencias a paisajes claramente identificables que han ido evolucionando de forma coherente con el devenir del territorio y sus actividades.

³ Intervenciones magistrales como las de Palladio serían inconcebibles sin los programas estratégicos de reforma del campo y la ciudad puestos en marcha por la Venecia de los siglos XV y XVI.

Y ahí puede que radique una de las principales particularidades de los paisajes heredados, respecto a la configuración de los paisajes del presente, su carácter propio. Por el contrario, buena parte de las intervenciones actuales sobre el paisaje responden a lógicas e inercias compartidas y repetidas, y ajenas a los requerimientos del lugar. El resultado es el modelado de paisajes poco diversos y que resultan difíciles de identificar.

Para focalizar nuestras consideraciones al marco de la tesis, destacaremos como el sistema energético ha ido conformando un conjunto de paisajes consagrados a la producción energética. Debido a la incidencia ambiental de los centros energéticos convencionales, han venido siendo aislados de las poblaciones de su entorno. De este modo aparecen manchas superpuestas sobre el territorio en función de parámetros dictados por legislaciones sectoriales, centradas en reducir potenciales riesgos sobre las personas y el medio ambiente. Estos condicionantes han excluido la posibilidad de articular propuestas complejas y comprometidas territorialmente. Finalmente la separación y diferencia de tamaño entre los centros de producción y consumo de energía ha propiciado el trazado de redes artificiales (oleoductos, gaseoductos, líneas de alta y media tensión, etc.) por buena parte del territorio.

En este sentido la implantación de energías renovables ha dado lugar a la aparición de realidades inéditas y representan una gran oportunidad para la configuración de nuevos paisajes coherentes con paradigmas contemporáneos como la sostenibilidad. Por sus propios condicionantes, el trabajo con las renovables nos permite elaborar propuestas que favorecen su interacción con la complejidad y riqueza del territorio. La innovación tecnológica que continúa experimentando el sector de las renovables pone a nuestra disposición numerosos recursos, a todas las escalas, que permiten augurar cambios sustanciales en la forma en la que disponemos la ocupación del territorio. En el solapamiento de los centros de producción y consumo energético o en la capacidad de acople de las instalaciones renovables se encuentran buena parte de las claves de la configuración de estos paisajes de la energía. Paisajes emergentes que modificarán la imagen de nuestro entorno y cuya formulación constituye uno de los mayores retos colectivos que debe afrontar nuestra generación.

Siguiendo la lógica de la sostenibilidad correspondería a las ciudades, verdaderos sumideros energéticos, la tarea de producir energía renovable y por tanto a sus propios ciudadanos aceptar transformaciones del paisaje urbano derivados de nuestra forma de vida.

Buena parte de las soluciones pasan por nuestra capacidad para adecuar el medio urbano, fomentando soluciones híbridas en las que el centro de producción y consumo se confundan, con el objeto de incrementar su capacidad de acogida para instalaciones generadoras de energía. Acercarnos a las cuestiones urbanas, con el afán de acometer medidas concretas, requiere discernir entre la ciudad existente y la proyectada. Este enfoque no es baladí y nos habilitaría a precisar sobre las diferentes problemáticas urbanas que deben afrontar las ciudades en función de aspectos como su evolución demográfica, la dinámica económica, el área geográfica en el que se enmarcan, etc.

Incorporar instalaciones de energías renovables a una estructura ya definida implica la necesidad de intervenir a todos los niveles. La aparición de elementos autosuficientes de pequeña escala (farolas, parquímetros, etc.) ya ha demostrado su capacidad de integración con el paisaje urbano. De forma análoga, las instalaciones de tamaño pequeño y mediano también han comenzado a dejar su impronta en el paisaje urbano de las cubiertas. Podemos concluir que a estas escalas la trama urbana absorbe bien este tipo de instalaciones pero su incidencia sobre el consumo energético es discreta.

Las dificultades aparecen cuando se procura implantar instalaciones energéticas renovables de mayor tamaño. Para ello se pueden aprovechar las trazas de grandes avenidas, áreas industriales y portuarias, canales, parques, etc. que conforman nuestras ciudades. Lógicamente, cualquier disposición al respecto queda vinculada a la existencia de recurso energético susceptible de aprovechamiento.

¿Pero porque renunciar a la oportunidad que representan las energías renovables para transformar el paisaje urbano? A lo largo de la historia se ha sucedido la ejecución de operaciones de reforma interior como reflejo de los paradigmas dominantes. Mediante las mismas se ha procedido a la apertura de espacios y vacíos urbanos al servicio de patrones ideológicos imperantes (como exhibición de la forma de gobierno de la sociedad, escenificación del acceso al poder de una determinada clase social, etc.) y de programas estrictamente técnicos al servicio de los primeros (salubridad, seguridad, etc.). Abogamos por aprovechar la implantación de instalaciones renovables para ejecutar operaciones de reforma interior en una trama urbana en la que abundan ámbitos de escala calidad paisajística. Las renovables integran paradigma ideológico (sostenibilidad) y programa técnico de mejoras (la mejora del hábitat urbano).

Sin embargo tenemos que reiterar que dadas las necesidades de abastecimiento que se imponen, buena parte de las transformaciones del paisaje vinculadas al incremento de la producción energética a partir de instalaciones renovables se dirimirán en el medio rural y natural.

Estos ámbitos también registran el proceso, anteriormente aludido, de pérdida de diversidad en la configuración de sus paisajes. Resulta complicado reconocer sus fundamentos históricos, de identificación y correspondencia con el medio, en las intervenciones más recientes. Algunas claves del fenómeno constatado lo podemos encontrar descendiendo de los aspectos generales a algunos más particulares. Una de las determinaciones que se debe considerar en el trabajo con el paisaje es la selección de los materiales de la intervención. Habitualmente se señala el empleo de materiales autóctonos como ejemplo de buenas prácticas en el manejo del paisaje rural. No obstante, el empleo de materiales y elementos ajenos al lugar ha deparado la configuración, desde la prehistoria, de algunos de los parajes más bellos del planeta. Por ello se trata de reflexionar sobre como planteamos el diálogo entre la intervención proyectada y el enclave y concebir soluciones que sean consecuentes con sus principios.

Bien es cierto que nunca antes habíamos tenido acceso a tal variedad de materiales y sistemas de construcción, apropiados o inapropiados, para ejecutar nuestros proyectos. Esta multiplicación de opciones, que potencialmente enriquece nuestras capacidades para materializar propuestas que configuren paisajes de calidad, implica un mayor esfuerzo y responsabilidad. En definitiva, mejor capacitación y sensibilidad para otorgarle a la dimensión paisajística el lugar que le corresponde en la concepción de todo tipo de proyectos e instrumentos de planeamiento.

Siguiendo este planteamiento debemos ser capaces de superar inercias anacrónicas a la hora de valorar algunos condicionantes impuestos al trabajo con el paisaje. Proponemos que además de que se considere la naturaleza autóctona o exógena de los materiales empleados, se valore la eficiencia energética de los mismos así como el empleo de sistemas constructivos que reduzcan la producción de residuos, el consumo de energía así como que permitan el reconocimiento de los recursos naturales y patrimoniales del territorio. Deberíamos ser consecuentes, más que con la reproducción mimética de materiales o sistemas constructivos, con la lógica de implantación mejor adaptada a las condiciones del lugar.

Un caso muy significativo lo encontramos en el empleo de sistemas constructivos y materiales tradicionales para el levantamiento de construcciones propias de nuestro tiempo. El resultado final suele ser un edificio híbrido cuya incorporación no aporta valor al paisaje en el que se inserta.

Un fiel ejemplo de esta situación lo escenifican las construcciones auxiliares de un parque eólico (centros de control, subestaciones eléctricas, etc.). Habitualmente se ha optado por intervenciones de carácter mimético, con lo que erróneamente se consideran referentes válidos. En función del ámbito geográfico nos podemos encontrar con estos elementos disfrazados con la apariencia de un cortijo andaluz o cualquier otra tipología tradicional presente en el entorno. Este tipo de pastiches genera confusión, ante la clara disfunción estética y funcional que representan, y contrasta con lo fidedigno de la evolución experimentada por los ingenios que explotan el recurso. Resultaría inconcebible, además de inviable, imaginar un aerogenerador revestido con la envoltura de los antecedentes existentes en sus inmediaciones. Por ello entendemos que no debemos perder la oportunidad, con independencia del objeto de trabajo, de incorporar al paisaje lenguajes, materiales y elementos propios de nuestro tiempo y en armonía con los condicionantes del lugar.

Una correcta selección de materiales y sistemas constructivos con bajo impacto ambiental, una implantación que respete los condicionantes del enclave y permita la compatibilidad con las redes ecológicas del medio, deberían adoptarse como principios a considerar en la configuración de los paisajes de las renovables. Consideramos este acople con la dinámica del lugar, por encima de la aparición de elementos inéditos, el mejor garante para el modelado de paisajes de calidad y su posterior asimilación por las poblaciones del entorno

En las plantas solares fotovoltaicas encontramos numerosos ejemplos a este respecto. Resulta difícil encontrar un elemento compuesto por un material, como el silicio de las células fotovoltaicas en sus diversas variables, que resulte más extraño al paisaje original. Estamos ante un caso en el que la selección del material viene determinada por la propia tecnología por lo que sólo nos queda actuar sobre las otras variables expuestas. En lo referente a la disposición de la instalación sobre el emplazamiento se debe optar por respetar la orografía original, con lo que surgirán formas orgánicas que contribuirán al encaje paisajístico de las hileras fotovoltaicas. Igualmente se debe intervenir sobre el perímetro, empleando cerramientos vegetales de especies autóctonas que contribuyan a la integración del conjunto.

Otras de las medidas que pueden contribuir al acople de una planta solar, en especial a las de grandes dimensiones, consiste en evitar campos solares con trazas rectilíneas. Su conformación debe amoldarse a la topografía del enclave y adaptarse a elementos de interés natural como cauces hídricos, vaguadas, lomas, etc. Esta formalización, en la que el trazo del hombre cede ante las líneas esbozadas por la acción natural, cuenta con antecedentes de gran belleza paisajística como son los esteros, las salinas, etc.

Algunas instalaciones renovables, como las plantas termosolares de receptor central o los parques eólicos, precisan la construcción de elementos de gran altura que son divisables desde la lejanía. Debemos evitar el riesgo de que estos elementos sean percibidos por las poblaciones del entorno como intrusos, y no renunciar a que adquieran un carácter icónico. Para ello proponemos que se considere la aplicación de criterios de viabilidad medioambiental en la selección de emplazamientos, la capacidad de los pobladores vecinos de detectar valores intrínsecos vinculados con la ecología, la belleza paisajística de determinados enclaves que se dominan desde estos hitos y la sensibilidad de los promotores para articular fórmulas de explotación que fomenten nuevas actividades.

A pesar de que la conjunción de los factores anteriormente expuestos resulta complicada, existen instalaciones concebidas con este planteamiento que ha contribuido a la asimilación de paisajes inéditos. En Austria, donde encontramos una alta consideración social a los parques naturales y zonas protegidas, la colaboración entre ciudadanos, administraciones y promotores ha permitido que se compatibilice el uso turístico con el de explotación del recurso renovable. El modelo aplicado, que ha consistido en la habilitación de determinados aerogeneradores como miradores paisajísticos, ha convertido a los parques eólicos en un atractivo turístico más a los que se organizan visitas.

Proponemos igualmente que se aproveche, en aquellos ámbitos en los que sea viable, la presencia de líneas artificializadoras del paisaje. La implantación de instalaciones renovables alineándose junto a trazos artificiales, presentes en el paisaje (diques, canales, infraestructuras, vías férreas, autopistas, etc.), se ha convertido en un recurso válido en países como Holanda o Alemania. Para ello resulta fundamental garantizar la compatibilidad de la instalación (tanto en su fase inicial de montaje y su posterior desmontaje, como durante su funcionamiento) con las actividades e infraestructuras existentes en el entorno.

Se trataría de localizar zonas donde se argumenta que la calidad paisajística es menor o encaja mejor con nuevos elementos. Sobre este tipo de infraestructuras el impacto visual disminuye comparativamente, y además se suele disponer de acceso fácil para su mantenimiento.

En definitiva nos referimos a materializar propuestas que configuren paisajes de calidad en los que se establezca una dialéctica que refleje la integración de estas “arquitecturas” con el entorno.

9.2.3. Por unas ordenanzas reguladoras de instalaciones de EERR.....

Queremos concluir nuestra reflexión sobre las energías renovables reparando en una de las principales herramientas que dispone el planeamiento para la ordenación urbanística y territorial: las ordenanzas reguladoras. Consideramos de vital importancia que la implantación territorial y paisajística de las instalaciones de energías renovables sea abordada desde unas ordenanzas reguladoras. Unas ordenanzas que, desde el conocimiento de las particularidades de las energías renovables, sean capaces de articular una regulación que permita su mejor acople sobre el territorio.

La repetición de parámetros y conceptos, con independencia de la evolución de la problemática a la que responden, es una de las conclusiones que con mayor frecuencia se puede extraer del análisis de buena parte de las ordenanzas reguladoras existentes. No obstante, el ámbito de las renovables se caracteriza, fundamentalmente, por la ausencia de las mismas. Esta cuestión evidencia el escaso interés que las cuestiones energéticas, en general, y relacionadas con las renovables, en particular, han suscitado en la disciplina del urbanismo.

Uno de los principales escollos que las ordenanzas reguladoras deben afrontar, desde su concepción, aparece vinculado a la determinación de su ámbito de aplicación. Bajo nuestra humilde opinión, esta cuestión está más influenciada por el marco de reparto competencial vigente que por la propia lógica de optimización en la ordenación de los recursos y actividades presentes en el territorio. En ocasiones, la propia legislación ha previsto fórmulas y herramientas que pueden ser de gran utilidad para un eficiente manejo del paisaje y el territorio. Sin embargo, con frecuencia este potencial se ve obstruido y condicionado por intereses carentes de un compromiso y visión global.

Existen figuras legales, como las Normativas Directoras Orientativas reguladas en el artículo 20 de la LOUA andaluza, que no han tenido mayor recorrido del que cabría esperar. A pesar de la necesidad de implantar un enfoque de mayor amplitud, a la exclusivamente local, en algunas materias; durante su tramitación se determinó que sus directrices no fueran vinculantes. Consideramos que si bien con ello se ha perdido una gran oportunidad, aún pueden desempeñar un papel importante en el tratamiento de la proyección territorial de algunos procesos contemporáneos.

A partir de la proliferación de instalaciones de energías renovables, nos enfrentamos a un fenómeno incipiente ante el que podríamos aprovechar el bagaje atesorado para formular unas ordenanzas reguladoras que aporten una visión integradora. Nos referimos a un esfuerzo aglutinador de lecturas y enfoques sectoriales (energía, paisaje, medio ambiente, etc.), que cristalice en un marco normativo flexible y equilibrado. Flexible, para permitir su adecuación a la fugacidad de un sector estrechamente influenciado por las innovaciones tecnológicas. Equilibrado, por asumir la necesidad de conciliar el desarrollo con la preservación de los recursos colectivos presentes en el territorio. Se trata en suma de que fomenten el desarrollo de aquellas prácticas que garanticen una implantación equilibrada de estas instalaciones.

Las ordenanzas reguladoras de energías renovables deben abordar tanto el ámbito urbano, con unas limitaciones ya evidenciadas, como ámbitos rurales y naturales. Los condicionantes que debe asumir en cada caso no impiden que se pueda seguir una metodología que debe partir necesariamente de un profundo conocimiento del medio, sus recursos energéticos y su capacidad de acogida a unas instalaciones en función de la tecnología disponible.

Entendemos que otro de sus principales objetivos, cuyo grado de cumplimiento marcará parte de su eficacia y aplicabilidad, será su capacidad para facilitar la complementariedad de las instalaciones de energías renovables con otras actividades. Entre los criterios que deben aportar y regular encontramos aspectos funcionales, climáticos, productivos, medio ambientales, paisajísticos, etc.

De esta forma abordarán, en función del tipo de instalación y emplazamiento, entre otras cuestiones:

- Los movimientos de tierra admisibles en función de la orografía del enclave y su repercusión visual.
- El tratamiento de los materiales sobrantes de la ejecución de las obras.
- La necesidad de ejecutar líneas de evacuación eléctrica para la energía producida.
- Los criterios de selección de los materiales a emplear.
- La configuración de los sistemas constructivos más adecuados y con menor impacto ambiental.

- La incidencia territorial y ambiental de los elementos y conjunto de la instalación.
- La distancia mínima, en función de parámetros de seguridad y preservación de los recursos naturales y patrimoniales, a itinerarios, poblaciones, etc.
- La compatibilidad de la instalación con otras actividades, tanto en la ciudad como en ámbitos no urbanos, y con las redes ecológicas del medio natural.
- La ejecución de proyectos de restauración del medio una vez finalizada la vida útil de la instalación renovable.
- La definición de criterios de diseño general que fomenten la concepción de soluciones adecuadas a la lógica del lugar.
- La superficie máxima de ocupación territorial en función de la capacidad de acogida del territorio.

- La concentración de instalaciones entorno a áreas urbanas o de sensibilidad paisajística y ambiental.
- La aportación de criterios estéticos para el tratamiento del borde de las áreas ocupadas por las instalaciones.
- La determinación de las áreas más propicias, en función del recurso disponible y la incidencia de su aprovechamiento energético.

Quisiera aprovechar las últimas líneas del cuerpo de la tesis para reivindicar la importancia del papel que está llamado a desempeñar el sector de las energías renovables. El modelo energético de las fuentes convencionales ha consagrado “usos” de los recursos naturales caracterizados por su desacople territorial. Frente a esta inercia, no exenta de tensiones, las energías renovables nos brindan la oportunidad de recuperar el vínculo con el lugar. Para ello debemos ser capaces de leer la lógica del territorio, de cuyo correcto manejo existen no pocos antecedentes, y diseñar soluciones adecuadas al reto planteado. El grado de implicación de la sociedad determinará buena parte del éxito de este proyecto colectivo.

9.- CONCLUSÕES E PROPOSTAS.....

9.1.- Conclusões gerais.

9.1.1. Meio ambiente, modelo energético e ER.

9.1.2. O papel do planeamento.

9.1.3. Antecedentes e fundamentos das ER.

9.1.4 Energias Renováveis e Território.

9.1.5 Energias Renováveis e Paisagem.

9.2.- Propostas para:

9.2.1. Territórios renováveis.

9.2.2. Paisagens emergentes.

9.2.3. Por portarias reguladoras das energias renováveis.

9.- CONCLUSÕES E PROPOSTAS.....

A amplitude do estudo das energias renováveis exigiu a realização de um exercício progressivo de definição do conteúdo e abrangência da dissertação, com a finalidade de alcançar os objetivos planteados. A exposição das conclusões e propostas permite calibrar o grau de cumprimento dos mesmos, assim como a validade dos resultados obtidos. A elaboração das conclusões é fruto de uma avaliação e crítica dos aspectos e modelos analisados ao longo do texto. Com elas, cristaliza boa parte do esforço realizado durante a pesquisa. Por sua vez, as propostas contém o resultado da experiência e conhecimento acumulados aplicado a realização do objetivo principal: o fornecimento de chaves para um correto planejamento paisagístico e territorial na implantação de instalações de energias renováveis. Finalmente, elaborou-se, diante da falta de referências detectada, uma proposta metodológica para a elaboração de portarias reguladoras de energias renováveis.

9.1 CONCLUSÕES GERAIS :

Para a apresentação das conclusões optou-se por agrupar parte dos capítulos que compõem a dissertação com o intuito de facilitar sua compreensão e ajuste aos objetivos determinados. Desta forma, se organizam cinco blocos temáticos de conclusões que correspondem cada conteúdo em particular. O primeiro, sobre a degradação do meio ambiente e a alternativa que oferecem as energias renováveis ao atual modelo energético. O segundo bloco, orientado à responsabilidade do planejamento e algumas chaves sobre seu possível papel a desempenhar. O terceiro se ocupa dos antecedentes das energias renováveis, com sua evolução ao longo da história e seus fundamentos básicos (recursos, localizações, etc.). Os dois últimos blocos, destinados exclusivamente às tecnologias eólica e solar, são centrados nos aspectos territoriais e paisagísticos das instalações renováveis.

Apesar de virem de áreas de conhecimento diversas, algumas conclusões se sobrepõem em muitos aspectos. Desta forma, se dá a possibilidade de confrontar diferentes enfoques sobre a mesma realidade enriquecendo nosso entendimento sobre a matéria.

9.1.1. Meio ambiente, modelo energético e ER.....

O incessante aumento na intensidade com a qual o homem explora os recursos naturais, especialmente a partir da explosão demográfica da população mundial, resultou num processo inexorável de degradação do meio ambiente em escala global. A evidência dos danos ocasionados ao equilíbrio ecológico do planeta demanda uma reconsideração geral sobre a relação entre o homem e a natureza.

O modelo econômico imperante, que gira em torno da necessidade de um crescimento perpétuo, fomenta um elevado consumo de recursos. Com o objetivo de satisfazer esta demanda, e com acesso a avanços tecnológicos notáveis, a ação humana incrementou sua capacidade de antropização do meio. Esta intervenção propiciou o surgimento de novas realidades cujo engate territorial segue pendente de um encaixe responsável. Os principais processos constatados, desde a óptica do estudo do território, foi um paulatino crescimento da população urbana o aumento exponencial da demanda energética. A celeridade da mudança de cenário, desde uma leitura essencialmente economista, consagrou aos recursos fósseis como a única fonte de energia capaz de trazer soluções imediatas.

O excesso de dependência da combustão de recursos fósseis precipitou e/ou intensificou a aparição de efeitos nocivos para o equilíbrio da biodiversidade do planeta. O máximo expoente desta tendência são as mudanças climáticas globais, atribuídas pela comunidade científica à ação humana. Por outro lado, pode-se assinalar as “condições” suportadas pela própria população mundial em forma de enfermidades, conflitos armados, e cíclicas recessões que vem revelar a existência de disfunções e custos ocultos. A progressiva, concentração da riqueza em cada vez menos indivíduos o empobrecimento das democracias ante a rendição dos poderes públicos, assim como o abismo entre países ricos e pobres, permitem concluir que o atual modelo econômico dista muito de estar capacitado para aportar soluções à altura dos desafios constituídos.

Nesse contexto, surge o conceito da “sustentabilidade” como paradigma contemporâneo. O desenvolvimento sustentável exige um modelo que satisfaça as necessidades da presente geração sem comprometer os recursos das gerações futuras. A impossibilidade de encaixar este princípio, que exige a imposição de limites, em um sistema econômico baseado no crescimento propiciou todo tipo de interpretações sobre sustentabilidade com o intuito de esvaziá-la de conteúdo.

Esta inquietude foi acolhida por tratados e acordos de âmbito internacional, que vem acontecendo nas últimas décadas sem que se tenha conseguido uma aplicação efetiva. A prevalência dos interesses estratégicos nacionais, frequentemente meras figuras decorativas subjugadas aos interesses corporativos, tem adiado a assunção e cumprimento de compromissos mais ambiciosos.

As evidências da degradação do meio ambiente tem produzido uma mudança social, com a aparição de conceitos como a “consciência ecológica”, que exige maior envolvimento das instituições e que a lógica econômica não seja a única. É preciso redefinir a relação do homem com a natureza mediante a concepção de um modelo que anteponha o qualitativo ao quantitativo, e que contabilize outros valores mais além daqueles estritamente econômicos como a biodiversidade, natureza, cultura, justiça social, etc.

Nessa tarefa a ecologia, a ação cidadã, a melhora dos canais de participação nas tomadas de decisão e a responsabilidade corporativa das grandes empresas constituem fatores chave para aportar “alternativas ao crescimento”.

Sobre o setor da energia incide boa parte da capacidade para reverter a dinâmica, induzida pela ação humana, de destruição ambiental. Os compromissos adquiridos em matéria de redução de emissões implicam um esforço coletivo, de economia e eficiência energéticas, assim como, uma profunda reestruturação do modelo energético. Um sistema que deve combinar segurança no abastecimento à viabilidade econômica e sustentabilidade ambiental.

Algumas soluções para essa equação provêm da exploração dos recursos energéticos renováveis. Consideramos energias renováveis a hidráulica de pequeno porte, eólica, biomassa, solar térmica, solar fotovoltaica, solar termoelétrica, geotérmica, e, finalmente, a energia que se obtém da força do mar (ondas, marés, corrente, inclinação, etc.). A diferença das fontes convencionais, como a nuclear ou as ‘fosseis, se considera que as energias renováveis não geram custos externos (vazamentos de petróleo, emissões de poluentes, perdas de radiação, etc.). O estabelecimento de incentivos às energias renováveis reconhece, mesmo que parcialmente, a existência de externalidades nas fontes de energia convencionais que não repercutem em seus custos. As energias renováveis, integradas no regime especial, contam com prioridade no escoamento à rede de fornecimento.

Este regime de fomento a produção energética a partir de fontes renováveis tem conseguido notável redução de custo de geração de geração. As de maior maturidade tecnológica, como a energia eólica terrestre, hidráulica de pequeno porte ou solar térmica de baixa temperatura, já são competitivas com as convencionais. O resultado tem sido um progressivo aumento na contribuição das energias renováveis ao sistema energético em detrimento de fontes procedentes do regime tradicional.

Uma maior penetração das energias renováveis na estrutura energética demandará uma redefinição da mesma mediante o estabelecimento de um regime jurídico que contemple novas relações produtor/consumidor que aportem transparência e fomentem a autossuficiência e o autoconsumo, a adequação física do território às novas necessidades mediante a aproximação dos centros de produção e consumo, a depuração dos parâmetros e conceitos que se aplicam no cálculo do preço da energia para que se computem custos ambientais, o emprego de novas tecnologias, da informação e comunicação que permitam a transição desde a demanda passiva à demanda ativa, a conscientização social para um consumo responsável, a interconexão dos sistemas energéticos entre países, etc.

As energias renováveis são muito heterogêneas, o que resulta quase temerário tentar sintetizar suas características ou tratar de atribuir a elas padrões comuns. Não obstante, a seguir, com esta objeção e de forma muito genérica, tentaremos assinalar algumas de suas vantagens e inconvenientes.

Entre as principais vantagens das energias renováveis pode-se destacar que são inesgotáveis a escala humana, não produzem emissões de gases poluentes (ou no caso de deu que se gere, estes são compensados ao longo do seu balanço produtivo), não geram resíduos de tratamento perigoso, são autóctones, se acoplam ao território contribuindo para seu equilíbrio produtivo e que, finalmente, geram mais emprego e de maior qualificação que as fontes convencionais.

Entre suas desvantagens se aponta que ao tratar-se de recursos autóctones só podem ser explorados nos locais onde são encontrados (com independência de sua proximidade com as áreas de demanda), transformam a paisagem onde se encontram instaladas (assim como qualquer intervenção humana sobre o meio), podem ter efeitos sobre o meio em que se implantam, o que torna difícil realizar previsões acertadas sobre sua contribuição em um momento determinado.

No que diz respeito aos objetivos ou medidas que melhoram a integração das energias renováveis no sistema elétrico, mencionamos a redução do consumo, o deslocamento do consumo de pico ao vale, o preenchimento de vales ou o descenso do consumo em horas de pico.

Andaluzia, graças às características climáticas de seu território, conta com importantes e variados recursos energéticos renováveis que são explorados desde a antiguidade. A partir deste potencial, Andaluzia tem desempenhado um papel pioneiro no desenvolvimento das tecnologias de energias renováveis (Tarifa, Tabernas, etc.). Boa parte da força e potencial do setor das energias renováveis em Andaluzia reside, essencialmente, na diversidade e qualidade das fontes disponíveis.

9.1.2. O papel do planejamento.....

A consideração dos condicionantes do lugar (insolação, ventos dominantes, clima, topografia, etc.) constituem uma referência chave para entender a natureza de muitas construções e a lógica de implantação das cidades desde tempos imemoriais até a atualidade.

Ao longo do século XIX, quando a degradação do meio ambiente começa a ser associado a intervenção humana, surgem as primeiras reflexões em prol de um planejamento responsável. Estas incipientes aproximações ao planejamento ecológica, encontram parte de seus fundamentos em princípios ancestrais que tornam a vigorar após serem redescobertos (bioclimatismo, etc.).

A conquista do espaço, com a aparição das primeiras imagens feitas por satélite durante o século XX, transmite uma aparência frágil da Terra e aporta tecnologias que confirmam seu empobrecimento ambiental. Ante a necessidade do espaço exterior entra em crise a sustentação de teorias antropocentristas e surgem movimentos que repensam o papel do homem frente à natureza (hippies, land art, etc.).

Da necessidade de estabelecer uma nova relação com o meio e decifrar a linguagem da natureza, surgem as bases da “planejamento ecológico”. Estas inquietudes chegam de forma tardia à Espanha, seguindo o marasmo de boa parte do século XX no que se refere a importação de tendências ideológicas e conceituais, e que acabam por não encontrar alojamento numa disciplina urbanística pendente de reformulação.

A prática continuada do que se poderia denominar como um “urbanismo à la carte”, a serviço de agentes com uma base eminentemente especulativa, permitiu a “construção de cidade” sob um padrão inassumível desde a ótica social, territorial e do meio ambiente. Em Espanha o modelo de ocupação territorial se baseou em um desenvolvimento extraordinário do solo urbanizável que não se viu acompanhado de um crescimento demográfico equiparável. Este processo, especialmente intenso no começo do século XXI, foi incentivado pela inércia de um modelo económico excessivamente dependente do setor da construção civil. O “negócio imobiliário” contou com a participação de grandes grupos empresariais e entidades financeiras impulsionados pela irresponsabilidade de administrações públicas que reduziram o urbanismo à sua faceta de fonte de financiamento.

O resultado deixou enormes pegadas, e custos ocultos, que exigirão um enorme esforço coletivo para ser superados. Desde a óptica do meio ambiente, a transformação de solos outrora produtivos com prados, pomares, campinas, etc. ou de alto valor ambiental (em especial nas costas). Paisagisticamente, a destruição de todo tipo de enclaves significativos e a configuração de cidade e entornos urbanos como espaços de grande mediocridade. Socialmente o sobreendividamento de milhões de famílias que estão à beira da exclusão social devido à existência de leis com clara vocação à usura e falta de respeito aos direitos dos consumidores. Com relação às políticas de moradia, a inexistência de um parque habitacional público, de acordo com a demanda, enquanto dezenas de milhares de unidades permanecem fechadas ou inacabadas.

A esta situação se chegou devido ao assunção do poder público de lógicas eminentemente mercantilistas, de curto prazo, que sobrepujaram os valores especulativos ao interesse comum.

O valor especulativo do solo, ante as expectativas de obtenção de lucro consagradas por normas como a *Ley del Suelo* 6/1998, se impôs aos valores paisagísticos produtivos,

culturais, ambientais, etc. Por sua parte, o urbanismo centrou suas atividades, em maior parte, na sua generosa capacidade de obtenção de mais valia esquecendo o resto dos princípios fundamentais. A obsolescência instrumental do planejamento exige uma revisão completa da disciplina urbanística. Em outro âmbito, a falta de transparência nos processos em que se gerencia a transformação do regime jurídico do solo abandonou abri terreno para a aparição de inúmeros casos de corrupção.

Outra das disfunções que arrasta a prática do urbanismo e do planejamento territorial é sua escassa atenção àquelas atividades mais singulares ou com menor demanda por parte do mercado imobiliário convencional (centrado em um produto residencial e terciário, fundamentalmente). Urge uma profunda revisão dos princípios que regem a ordenação de boa parte das atividades produtivas (indústria, energia, atividades agropecuárias, etc.). A adequação dos padrões urbanísticos a estas realidades é claramente melhorável.

Boa parte da capacidade de resposta à situação atual, devido ao aumento da população urbana, corresponde ao âmbito local. A função pública deve buscar um modelo “agradável de habitar” que, além de satisfazer as necessidades econômicas e

físicas, considere as legítimas aspirações sociais, ecológicas e culturais dos grupos humanos.

Essa inquietude vem sendo acolhida pelas administrações locais e regionais, mediante a elaboração de sua própria Agenda 21, desde 1994 que estabeleceram uma série de compromissos em Aalborg (Dinamarca). Boa parte de seus esforços se concentram em melhorar a relação entre o habitat natural e habitat artificial.

A mobilidade e o consumo energético são fatores chave na equação que pode ser resolvida satisfatoriamente a partir do desenho urbano. Trata-se de por em marcha novos modelos urbanos que permitam alcançar o conforto desejado sem arriscar ainda mais o habitat natural. Consideramos que uma “disciplina urbanística renovada” se postula como um dos principais mecanismos que permitiriam conciliar as atividades humanas com a salvaguarda da riqueza ecológica e cultural herdadas.

Entre os desafios do planejamento destacam-se: a adequação dos instrumentos de gestão ao cenário contemporâneo, à superação do atual quadro de prazos que estabelecem sua vigência, o aumento da participação e transparência durante

sua gestão, a adoção de princípios ecológicos entre seus fundamentos conceituais.

As energias renováveis constituem uma das realidades emergentes que começam a proliferar-se em nosso território. desde a óptica do planejamento destaca-se, em primeiro lugar, que as energias renováveis vinculam seu aproveitamento aos recursos endógenos do território sobre qual está assentada uma instalação. Em segundo lugar que tem uma versatilidade funcional que os permite transformar a força dos recursos naturais em energia elétrica , aplicações térmicas, mecânicas, combustível, etc. Por último, que representam uma oportunidade para “democratizar” o atual modelo de relações entre agentes em um setor estratégico, e tradicionalmente opaco, como o energético.

Defendemos que parte da soluções urbanas e territoriais do futuro passam por uma correta planificação da implementação de instalações de energias renováveis e nosso entorno.

Devemos promover atuações que permitam uma melhor integração das energias renováveis nos edifícios, núcleos urbanos, áreas rurais, infraestruturas, etc. com o objetivo de compatibilizar e sobrepor as instalações renováveis com o resto

de atividades. Podemos contribuir para sua implementação no território mediante projetos de qualidade que simbolizem o impulso de uma sociedade disposta a assumir o desafio de conciliar desenvolvimento e ecologia. Para isso, é vital a conscientização social e a assimilação da necessidade de realizar transformações em nossas paisagens e usos cotidianos.

9.1.3. Antecedentes e fundamentos das ER.....

O homem estabeleceu um vínculo com os recursos energéticos renováveis, dos quais vem se aproveitando desde a antiguidade, que determinou sua forma de relacionar-se com o entorno. Mediante um estudo do comportamento dos fenômenos naturais, prolongado durante século, pode desvendar as chaves do lugar onde habita. De um conhecimento detalhado dos condicionantes do lugar pode-se extrair as próprias chaves para o um aproveitamento responsável ou renovável de seus recursos. Na medida em que se fala de lógicas naturais que com frequência seguem sendo imprevisíveis para o homem. Cronologicamente, e simplificando enormemente, distingue-se 3 etapas na exploração dos recursos renováveis.

- Primeira etapa: É a mais longa, com origem que se remonta a tempos remotos e chegaria até o surgimento das fontes fósseis como base do sistema energético (por volta da Revolução Industrial). Caracteriza-se por um uso direto dos recursos, como o caso do sol ou a geotermia, ou a transformação de energia mecânica através de engenhos como os moinhos. Nesta fase a

demanda energética se trata de ajustar aos recursos autóctones disponíveis em um entorno imediato. As atividades tendem a localizar-se junto aos recursos energéticos.

- Segunda etapa: se inicia com a Revolução Industrial e culmina com a crise do Petróleo (1973). O aumento exponencial da demanda energética que se produz requer recursos exógenos. Os recursos renováveis permanecem apartados frente às fontes de energias fósseis. A nível experimental, se colocam as bases para a geração de eletricidade mediante recursos energéticos renováveis.

- Terceira etapa: Abrange desde a Crise do Petróleo aos dias atuais. Toma-se consciência da necessidade de buscar alternativas às fontes fósseis, apesar de prosseguir o aumento da demanda energética. As energias renováveis voltam ao debate energético e começam a proliferar no território.

A seleção dos locais de implantação e a tecnologia disponível em cada momento são os fatores chave que determinam a viabilidade da exploração dos recursos energéticos renováveis.

O **vento** é gerado devido à ação conjunta de uma série de efeitos térmicos, dinâmicos e locais que determinam suas características finais. Esta complexa interação é a responsável por uma de suas principais propriedades, a variabilidade. A dificuldade de previsão do comportamento do vento pressupõe um dos maiores desafios da exploração da energia eólica. A capacidade de uma implantação depende fundamentalmente das características do vento presente e seus condicionantes físicos (orografia, rugosidade da superfície, elementos do entorno etc.). O relevo e o acabamento da superfície podem produzir notáveis variações na força e direção do vento.

O vento foi batizado de força prolífica (Siroco, Cierzo, Solano, etc.) num fenômeno de personificação que não se encontra em outros recursos energéticos. Há notícias da existência de moinhos de vento desde tempos remotos, no entanto estes só começam a proliferar na Europa a partir do século XI. As tipologias variam em função da área geográfica fundamentalmente, no número de pás e materiais empregados. Os moinhos de vento converteram-se em ícones do território sobre os quais se assentam, caracterizando paisagens com um alto grau de aceitação social.

As primeiras turbinas eólicas apareceram no final do século XIX com algumas limitações, devido ao excesso de rigidez e baixa velocidade do rotor, que foram superadas graças aos avanços da aeronáutica. Durante todo o século XX foram melhorando os protótipos e seus materiais, em caráter experimental, podendo destacar-se as contribuições de Poul La Cour na Dinamarca, Ulrich Hutter na Alemanha, Electricité de France na França ou o Programa Federal do Vento dos EUA. A crise do Petróleo da década de 1970 reforça a “alternativa” eólica, alcançando algumas pautas que marcaram sua futura exploração (como a construção de grandes turbinas). Posteriormente resultou fundamental a decidida aposta de alguns estados europeus, mediante uma legislação que favoreceu a produção renovável, para a maturação da tecnologia no setor.

Atualmente, a fórmula de maior êxito no aproveitamento do vento é conformada pelos parques eólicos, ou agrupações de turbinas eólicas que vertem de forma conjunta sua produção na rede de distribuição. As turbinas eólicas mais difundidas apresentam torre cônica de cerca de sessenta metros de altura, eixo horizontal, rotor a barlavento, com três pás de cerca de trinta metros de comprimento e uma faixa de potência de pouco mais de um megawatt.

O **sol** é gerador da maior parte dos recursos energéticos do planeta. A radiação solar que incide em um ponto momento concreto depende, fundamentalmente, da posição relativa da Terra em relação ao Sol e do papel que desempenha a atmosfera terrestre. Não se deve ignorar, também, a influência de fenômenos imprevisíveis, tanto naturais (nebulosidade, névoa, etc.) como artificiais (poluição atmosférica), nesse fluxo energético. Portanto, o aproveitamento da energia solar está sujeito à imprevisibilidade que caracteriza as energias renováveis.

A idoneidade de um sítio para acolher uma instalação solar é condicionada por um delimitado gradiente latitudinal, a radiação solar aumenta em direção ao Sul, e é mais intensa no verão. Este gradiente radioativo aumenta em cadeias montanhosas com orientação predominante no eixo Leste-Oeste assim como em depressões e zonas costeiras planas. A quantidade de radiação diminui em algumas áreas diante da presença de nuvens orográficas ou de poluição ambiental. Outros episódios meteorológicos, como a concentração de partículas em suspensão transportadas pelo ar de lugares remotos também produzem um efeito que aumenta a radiação difusa em relação à direta.

Numerosos assentamentos (povoados, cidades, etc.) e atividades humanas (fábricas de salga, salinas, secadores, etc.), de todas as épocas, seguiram uma lógica de implantação territorial que adota como referência a insolação. Durante os séculos XVII-XIX se assentam as bases teóricas e experimentais das futuras aplicações solares fotovoltaicas e térmicas. No que diz respeito à energia solar fotovoltaica, destaca-se os descobrimentos de Becquerel, Hertz, Fritts, Smith e Olh, assim como o impulso que proporcionaram os avanços aeroespaciais. Quanto à energia solar térmica, destaca-se as contribuições de Saussure, Mouchot ou Wilson. O deslanche do setor solar tem origem com a crise do petróleo dos anos 1970, analogamente ao caso da energia eólica.

Na atualidade o aproveitamento da energia solar, por um lado, mantém “usos históricos” que o homem vem realizando da radiação solar como a obtenção de sal, secagem de alimentos e roupas, estufas, etc. Igualmente, permite gerar eletricidade a partir da exposição ao sol de determinados materiais (fotovoltaica) e captar a radiação solar para elevar a temperatura de um fluido a baixa temperatura (aquecimento de água para uso doméstico), média e alta (geração de eletricidade, tratamento de materiais, etc.).

A biomassa é a mais heterogênea das energias renováveis, matéria orgânica não fossilizada que se emprega para gerar energia ou processos industriais, de maneira que não se pode estabelecer uma implantação tipo. Entretanto, sua exploração deveria acomodar-se em locais onde haja disponibilidade de recursos e próximos ao ponto de consumo. O aproveitamento da biomassa está vinculado aos tempos de domínio do fogo e sua super exploração deu lugar aos primeiros episódios de desertificação por causas antrópicas. A biomassa se converte na principal fonte energética da Revolução Industrial, alimentando a inúmeros engenhos de vapor, até sua substituição pelo carvão e petróleo. As aplicações atuais da biomassa abrangem desde soluções domésticas à grandes instalações industriais. Permite aplicações térmicas diretas, geração de calor para produção de eletricidade, proporciona biocombustível e, inclusive, pode ser empregado em processos de compostagem ou de elaboração de alimentos para animais.

Os recursos **geotérmicos**, energia armazenada sob a superfície da Terra em forma de calor, são classificados em função de sua temperatura (Muito Baixa, Baixa, Média, Alta e Sistemas Estimulados). A energia geotérmica, gerada no núcleo terrestre, permitiu acondicionar de maneira natural os primeiros refúgios do homem em covas e cavernas.

Também aqueceu a água de balneários e fontes termais cujo uso se prolongou até nossos dias. Na atualidade, as aplicações dos recursos geotérmicos variam, fundamentalmente, em função da temperatura em que se encontram e abrangem desde simples soluções térmicas de âmbito doméstico até equipamentos mais complexos geradores de eletricidade.

A energia **hidráulica** está contida nos fluxos (energia cinética) e saltos (energia potencial) presentes na corrente de rios e canais. As implantações requerem cursos d'água com um fluxo estável, que não interrompa seu o aproveitamento, ou com desnível (pequena ou grande altura). Seu aproveitamento é corroborado por inúmeros moinhos d'água, poços, rodas d'água, represas, etc. que povoam as ribeiras desde época romana. As centrais hidrelétricas tem seu primeiro referentes nas Cataratas do Niágara (EUA), em 1895. A expansão da produção hidrelétrica esteve muito vinculada aos avanços na tecnologia de transporte e distribuição da eletricidade. Atualmente as mini centrais hidráulicas, com uma potencia instalada inferior aos 10 MW, pode se de água corrente, a auto-regulação ou em canal de irrigação ou abastecimento.

Entre as energias renováveis marinhas destaca-se os recursos de **energia maremotriz**, aproveitam a diferença de energia

potencial da água marinha entre a maré cheia e a maré baixa. Na Andaluzia constatamos a presença de moinhos de maré, ao longo do litoral atlântico, ao menos desde o século XV. Em 1966 se construiu no estuário de Rance (França) a primeira central maremotriz geradora de eletricidade em escala comercial. No presente, numerosos documentos e estudos internacionais concluem que os recursos renováveis marítimos abarcam uma imensa quantidade de energia. O melhor conhecimento da dinâmica dos mares e oceanos colocou à disposição do homem a exploração de recursos energéticos renováveis até o momento inexplorados. Algumas fontes de energia como o gradiente térmico e salino, a força das ondas ou de correntes marítimas estão em plena fase de desenvolvimento.

9.1.4. Energias renováveis e território.....

Ao conceito de território se aproximaram boa parte dos ramos do conhecimento humano, dentre as qual destaca-se as contribuições dadas pelo campo da geografia. A gestão e administração do território introduz ao conceito de “planejamento territorial”, amplamente interpretado em diversas correntes. Consideramos que estes modelos encerram concepções, que transcendem ao programa de necessidades físicas e econômicas, sobre o modo em que o homem deve relacionar-se com seu entorno e pode dispor de seus recursos. Daí a importância dos fundamentos culturais na definição dos padrões, no plano teórico, e da capacidade efetiva de cada grupo social para executar projetos coletivos, no plano prático.

A gênese dos recursos energéticos renováveis requer uma ação conjunta de processos naturais, similares aos que moldam o território em que se encontram. Do conhecimento destas lógicas do lugar, pode-se extrair as chaves de um aproveitamento responsáveis de seus recursos. Esta simbiose entre energia renovável, território e meio ambiente, representa seu maior trunfo no momento de planificar uma equilibrada conexão territorial das instalações.

Entretanto as exigentes demandas de abastecimento energético podem levar a uma seleção de localizações inadequadas, desde a ótica de uma exploração sustentável dos recursos ambientais. Esta incidência territorial se projeta, a diferença das fontes de energia tradicionais, sobre o entorno próximo aos locais de implantação. Por isso, suas condições podem ser calibradas e, mediante uma correta planificação e execução das instalações, abrandadas.

A geração de eletricidade a partir do **recurso eólico** se materializa sobre o território a partir de modelos, os sistemas isolados, não conectados à rede elétrica, e os parques eólicos, vertem sua produção ao sistema elétrico.

Os sistemas isolados, devido à sua escala de sobreposição entre o centro de produção consumo, tem menor impacto no que se refere a ocupação territorial. Esta limita suas pegadas a fundação da torre e própria torre que sustém o engenho.

Por sua vez, e dentro dos parques eólicos, distingue-se, em função do meio em que se localizam, entre terrestres e marinhos.

Os **parques eólicos terrestres** seguem um padrão de implantação caracterizado por abarcar um grande campo visual que se materializa mediante uma reduzida ocupação do terreno. Seus principais elementos são infraestruturas viárias, plataformas, fundações, turbinas eólicas, infraestruturas elétricas e edificações auxiliares. A execução das infraestruturas viárias e plataformas, que permitem o acesso da maquinaria para a construção e manutenção, representa o maior consumo do solo do parque. Seu traçado, pistas de terra que percorrem o conjunto de turbinas, adapta as necessidades de circulação da maquinaria à topografia de cada sítio. O sistema viário adota formas orgânicas ou lineares, em função da configuração do terreno (planos, cumes, encostas, etc.), que marcam o grau de ocupação e adequação necessária do terreno para sua execução. A fundação fixa a torre ao terreno e se calcula em função do tamanho da turbina e das propriedades do solo. As turbinas, elemento mais reconhecíveis, se distribuem segundo a configuração do terreno e as condições dos ventos dominantes. As infraestruturas elétricas vertem a produção do parque através de linhas enterradas, nas proximidades do parque, subestações e linhas de evacuação aéreas. Finalmente, desde as edificações auxiliares se controlam e mantêm os componentes do parque.

Entre as **consequências** ambientais de um **parque eólico**, destaca-se: risco de acidentes, paisagem (objeto de uma seção própria), erosão, ruído, esbatimento, poluição luminosa, e perigo para as aves. ainda que remoto, se tem notícia de alguns incidentes, existe o perigo de incêndio, queda do rotor ou da torre de uma turbina. A erosão, dano da cobertura vegetal da superfície ocupada pelo sistema viário, plataformas, fundações e valas de infraestrutura, tem origem fundamentalmente durante a fase de construção. As emissões sonoras das turbinas são perceptíveis somente nas imediações da usina devido ao ruído ambiental, devido ao movimento e atrito entre as peças que conformam a maquinaria (ruído mecânico) e ao atrito do vento com às pás (ruído aerodinâmico). Sua posterior propagação depende da distância percorrida, características físicas do local e à presença de ventos dominantes. O abastecimento, ou sombra em movimento projetada pelo rotor, pode ser muito incômoda no entorno da torre. A poluição luminosa, devido ao balizadores intermitentes incorporados à gôndola das turbinas eólicas para segurança do tráfego aéreo, são especialmente incômodas durante a noite em áreas onde se concentram vários parques eólicos nas proximidades de núcleos urbanos, estradas, etc.

Finalmente, o perigo para aves, risco de colisão deste animais contra as pás em movimento, é um dos riscos mais estudados e com resultados mais contraditórios. A conclusão de boa parte dos estudos é que existem parques eólicos que, devido a localização de determinadas turbinas, coincidem com rotas de voo, registram taxas de mortalidade mais elevadas. Também indicam que a velocidade de rotação das pás é diretamente proporcional à probabilidade de acidentes por colisão.

Os **parques eólicos marinhos** trasladam ao mar boa parte das tensões ambientais inerentes a exploração dos recursos eólicos. A principal diferença com os parques terrestres é ausência de infraestruturas viárias e a adoção de uma forma reticular, dada a homogeneidade do enclave e propriedades dos ventos dominantes. Suas fundações, geralmente mono pilares no leito marinho, é mais dispendiosa que a terrestre. As turbinas eólicas costumam ter dimensões reduzidas em relação às terrestres, dada a maior estabilidade térmica e ausência de obstáculos que gerem turbulências. As infraestruturas elétricas são enterradas até sobrepassar a zona de servidão marítima da costa.

O **aproveitamento da energia solar** tem numerosas formas de proteção territorial, em função de suas aplicações práticas. Sintetizando, distinguiremos entre sistemas solares

descentralizados e os que vertem sua produção na rede elétrica.

Os sistemas descentralizados, fotovoltaicos e térmicos de baixa temperatura, se caracterizam por seu escasso impacto territorial e facilidade de adequação às edificações existentes. A desigualdade na implementação de ambas tecnologias é causada, em grande parte, pela diferença de trato legislativo a que estão sujeitos.

Em relação a plantas que vertem sua produção no sistema elétrico distinguem-se, atendendo à tecnologia de instalação, entre plantas fotovoltaicas (fixos ou de rastreamento) e plantas solares térmicas (concentradores cilindro parabólicos ou de receptor central).

Por sua vez, dentro das plantas solares fotovoltaicas pode-se distinguir, em função de sua localização, entre centrais fotovoltaicas urbanas (parques, fachadas, cobertura de edifícios, pérgolas, áreas industriais, etc.) e centrais fotovoltaicas não urbanas (áreas rurais, espaços naturais, etc.).

Os principais componentes das **plantas solares fotovoltaicas**, no que diz respeito a ocupação do território, são o sistema

viário, campo solar, fundações, módulos fotovoltaicos, edificações auxiliares, infraestruturas elétricas e linhas de evacuação. O campo de energia solar, espaço ocupado pelos módulos fotovoltaicos, representa o maior consumo de solo e a maior intervenção sobre o local de implantação (geralmente consiste na limpeza do terreno e terraplanagem). Este efeito no ambiente aumenta em encostas inclinadas em a inserções em espaços planos. O campo de energia solar dispõe de fechamento perimetral, para impedir o livre acesso, habitualmente em áreas não urbanas em que desfrutam de uso exclusivo sobre o terreno. Entretanto, em áreas urbanas, costumam compatibilizar o solo com outras atividades, recorrem-se a pérgolas ou outras estruturas que liberem o espaço inferior. As fundações, que fixam os suportes dos módulos fotovoltaicos ao solo, de concreto armado, são superficiais. Nas instalações sobre coberturas ou fachadas são empregados sistemas de ancoragem. O módulos fotovoltaicos podem ser fixos (ao nível do solo ou em fachadas e coberturas) ou de rastreamento (de um dos eixos). A produtividade da central, e o consumo do solo, variam de acordo com a tecnologia selecionada. Os módulos fixos consomem sete vezes menos área de terreno que os módulos de rastreamento, a dois eixos, ainda, desenvolvem uma potência trinta por cento inferior aproximadamente

As **plantas solares térmicas** localizam-se em entornos rurais, dadas suas dimensões e necessidades funcionais, com disponibilidade de abastecimento de água e escoamento da eletricidade gerada à rede principal. As centrais mais difundidas são as de receptor central (RC) e as de concentradores cilindro-parabólicos (CCP). Seus principais componentes são infraestrutura viária exterior, campo de heliostatos (RC) ou refletores (CCP), fundações, heliostatos ou refletores, torre central (RC), edificações auxiliares, linhas de evacuação e outros elementos. O campo de heliostatos ou refletores requerem uma vasta superfícies, de cerca 100 hectares, com topografia plana. Ao exercer uso exclusivo sobre o recinto que ocupa, cuja superfícies depende da tecnologia utilizada, conta com cerca perimetral. A morfologia do sistema viário interno pode ser ortogonal (CCP) ou concêntrica em torno da torre (RC). As fundações são superficiais e ancoram os suportes dos heliostatos ou refletores ao terreno. Os heliostatos (RC) são espelhos com um mecanismo dinâmico de seguimento do Sol, com uma superfície aproximada de 100 metros quadrados, que refletem a radiação solar sobre o receptor localizado na torre. Os refletores (CCP) são espelhos parabólicos, com seguimento dinâmico da órbita solar sob um eixo, que incorporam um tubo cujo fluido térmico absorve as radiações solares.

As centrais de receptor central incorporam a seus componentes uma torre de grandes dimensões que hospeda o receptor que recebe a radiação solar. Sua altura, que costuma superar os cem metros, é diretamente proporcional à superfícies do campo de heliostatos. O receptor que abriga a torre pode ser externo ou de cavidade, o que repercute na morfologia do campo solar. Finalmente, as plantas solares térmicas incorporam todo o tipo de edificações auxiliares e de infraestruturas como turbinas, condensadores, tanques, bombas, centros de controle, reservatórios, linhas de evacuação, etc.

Dentro do **impacto** ambiental das **centrais solares** destaca-se a ocupação do solo, ruído, paisagem (objeto de uma seção própria), consumo de água, produção de resíduos, acidentes, erosão e poluição luminosa. O maior impacto vinculado a ocupação do solo, o efeito “ilha” ou interrupção das dinâmicas naturais, aparece associado às grandes centrais solares. Para minimizar estas condições se deveria priorizar a seleção de sítios de escasso valor ambiental e paisagístico, com baixo rendimento agropecuário, próximos à rede elétrica, e evitando áreas de reabastecimento de aquíferos, cursos d’água e corredores naturais de fauna. Também deve-se trabalhar no perímetro de cada central selecionando o tipo de fechamento mais adequado, tratamento de borda, etc.

As centrais solares emitem ruído, relativamente incômodo, em sua fase de construção (como qualquer outro canteiro em execução) e durante seu funcionamento (gerado pelas manobras dos mecanismos de rastreamento solar, transformadores, linhas elétricas, trabalhos de limpeza, etc.). À estas emissões das centrais solares térmicas acrescenta-se o ruído gerado pelas turbinas, torres de refrigeração, etc. O consumo de água de plantas solares é um dos aspectos mais sensíveis, frente a habitual escassez de água em áreas ricas em recurso solar. É necessária água para a limpeza das superfícies refletoras e para, nas centrais solares térmicas exclusivamente, diversos processos da geração (turbinas a vapor, resfriamento, etc.). Habitualmente, para garantir o abastecimento de forma autônoma, são construídos reservatórios de água no entorno das centrais, aumentando o impacto ambiental do conjunto. Outra consequência é produzida durante o desmantelamento dos módulos fotovoltaicos devido a presença de componentes tóxicos que requerem tratamento. O impacto vinculado a erosão do solo (movimentos de terra para adequar o terreno, assentar vias, enterrar cabos, etc.) deve ser amenizado mediante uma correta planificação, que evite inserções em grandes pendentes, e uma posterior restauração ambiental. Finalmente, podem surgir

efeitos derivados dos flashes de luz emitidos pela superfície refletante.

9.1.5. Energias renováveis e paisagem.....

O estudo da paisagem como produto da percepção coletiva do território integra os valores materiais de suporte físico e valores que configuram nosso entendimento. Por isso, deve-se distinguir entre o que existe “por si só”, com independência do olhar, e o que surge a partir dele. Boa parte da complexidade intrínseca ao conceito de paisagem se deve à essa concorrência de fatores objetivos e subjetivos, realidade material e processo mental, e a sua evolução ao longo do tempo.

A representação da paisagem nos legou um enorme conhecimento sobre a evolução da sua percepção ao longo da história. Sua influência na configuração da identidade dos povos, assim como reflexo da ação dos governantes, explica determinadas disfunções entre o evocado e o real. De seu estudo se obtém chaves que registram os paradigmas culturais dominantes em cada época e delimitação geográfica. Também, aporta um indicador válido sobre o grau de sensibilidade e desenvolvimento cultural, durante as épocas de grandes transformações históricas as questões paisagísticas adquiriram grande notoriedade, alcançado por um grupo humano.

A implantação de instalações de energia renovável sobre o território tem impacto sobre a paisagem original. A complexidade do estudo desse efeito, um dos mais contestados, requer a adoção de uma metodologia prévia que fixe aspectos como a **escala** de trabalho (região, província ou local). Portanto, a incorporação da paisagem ao planejamento continue sendo uma tarefa pendente na disciplina urbanística, esta carência é ainda mais evidente na escala regional de planejamento. A escala **regional** é essencial para a preservação do equilíbrio territorial, evitando a saturação de determinadas áreas, uma correta distribuição de instalações de energia renovável. Por outro lado, a prevalência de instrumentos urbanísticos locais, em escala **provincial** ou sub regional, habilita a intervenção sobre setores geográficos específicos. Neles é possível estabelecer com precisão as diferentes tipologias paisagísticas. A essa escala contamos com alguma referência como o “*Plan Especial Supramunicipal de Ordenación de Infraestructuras de los Recursos Eólicos de La Janda*”. Preconiza uma gestão da paisagem fundamentada na identificação e qualificação prévia dos recursos paisagísticos. Por último, a escala **local** da paisagem nos acerca ao conceito de lugar, protagonizado pelo encontro entre o artificial e as condições naturais. Por isso, trata-se de uma escala que requer uma grande implicação projetual.

Entre as **ferramentas atuais** que contamos ao trabalhar com a paisagem pode-se destacar o potencial que abarcam as novas tecnologias. Suas aplicações geográficas colocam a disposição a concepção de novos instrumentos que facilitam a reformulação do planejamento em geral e da ciência do estudo da paisagem em particular. Entre as conquistas significativas está a definição de uma nova dimensão temporal, que supere o tradicional quadro de prazos, com a determinação da capacidade de acolhida do território ou a implementação de um sistema efetivo de participação cidadã.

A necessidade de conciliar as instalações de energia renovável com a legislação setorial, e com o resto de atividades humanas, se converteu em um fator de seleção de locais de implementação das instalações quase tão restritivo quanto a própria existência do recurso. Isso propiciou que boa parte das instalações de energia renovável tenha sido situada em zonas rurais. Instalaram-se centrais de energia renovável onde se pode, e não onde se quer, e, em ocasiões, se pode onde não deveria. Logo, o trabalho pendente desde o campo do planejamento para equilibrar a incorporação de energias renováveis ao meio é enorme.

A **paisagem rural** está marcada pela presença contínua do fator humano. Seus principais atributos são a topografia, a manipulação do relevo executada pelo homem, revestimento, a presença de água, fauna, núcleos de população, pontos de referência e elementos dispersos, linhas na paisagem traçadas pela ação humana, movimento, som e odor.

Por sua parte, a **paisagem urbana**, condicionada pela necessidade de garantir o funcionamento do tecido da cidade, é o indicador por excelência da qualidade do habitat urbano. Seus principais componentes se organizam em três grupos. Dentro do grupo vinculado à configuração do espaço onde se funda a cidade destacam-se: inserção, topografia e elementos naturais. No segundo grupo encontra-se aquilo que é produto da construção da cidade entre os quais o tecido urbano, os limites das cidades, e o perfil. Finalmente, o último grupo é constituído de elementos dinâmicos como movimento, concorrência, som, odor e iluminação noturna.

O estudo da **paisagem eólica** deve partir de uma análise sobre a presença de moinhos de vento e turbinas eólicas em todo o tipo de formas de **expressão humana**. Esta análise revela a evolução perceptiva da sociedade frente a estes engenhos que se vale da força do vento.

Existem representações de moinhos de ventos em obras de inúmeros grandes mestres da pintura como Jan Van Eyck, Bosch, Rembrandt, Cézanne, Van Gogh, etc., o que evidencia o interesse suscitado historicamente. No campo da literatura, a referência é indubitavelmente é Cervantes e os episódios ou delírios de don Quixote ante a presença dos moinhos de La Mancha. A toponímia, a filatelia, a loteria, etc. também fizeram eco da presença de moinhos de vento contribuindo a um complexo processo de aceitação social. O último patamar deste longo processo consiste na sua valorização como patrimônio cultural.

Também se voltaram os olhares de alguns criadores do nosso tempo em direção às turbinas eólicas. Neste caso nos referimos ao cinema ou a obras de artistas plásticos que utilizaram as turbinas como suporte de suas criações. Meios mais prosaicos, como a publicidade, também se valem desses elementos em suas mensagens como ícone das novas tecnologias e respeito ao meio ambiente. Por último, destaca-se a força do diálogo visual que se produz entre antigos moinhos de vento e as turbinas eólicas contemporâneas naqueles lugares onde compartilham espaço.

Sobre o **impacto paisagístico dos parques eólicos terrestres**, é evidente que a incorporação das turbinas eólicas em uma paisagem altera diretamente a imagem do campo visual onde se encontram. Entre os efeitos detectados pode-se citar os de intrusão, alteração, fragmentação, tela, dinâmico, emissão de ruído. A conjunção destes efeitos pode ser especialmente intensa nas proximidades das instalações, áreas em que as referências da paisagem costumam permanecer mascaradas com a implantação de um parque eólico.

No entanto o alcance dos efeitos que projeta um parque eólico sobre o território ultrapassa os limites de seu entorno imediato interferindo nas paisagens vizinhas. Suas tensões diminuem com a distância podendo estabelecer as seguintes zonas de influência: muito alta (em um raio inferior à longitude das pás), alta (a uma distância de três vezes a altura do rotor), média (em um raio inferior a dez vezes a altura do rotor) e baixa (até que o engenho desaparece das vistas). Estas magnitudes são de grande utilidade para a demarcação de setores de proteção visual nos entornos de espaços de sensível paisagística. Defendemos a seleção de locais neutros na valorização social, com pouca relevância ecológica e com recurso eólico suficiente.

Atendendo a implantação recente de parques eólicos em nosso entorno, pode-se assinalar como inserções habituais: colinas, encostas, cerros e morros, ravinas e córregos, planícies e baixadas. Outros fatores, além da topografia, acabam por configurar paisagisticamente o local são a cobertura vegetal, a proximidade a rotas, o grau de antropização do território, a presença de núcleos urbanos ou bens de interesse cultural e a visualização de postos de referência natural relevantes. O grau de protagonismo destes elementos na configuração da paisagem é mutante e se regula em função de fatores como a topografia ou a distância e o ângulo de vista do observador.

Dos estudos e análise de casos reais podemos indicar, em função da localização das implantações mais habituais, que o impacto paisagístico de um parque eólico:

- Em inserções de cume que se ergue sobre um entorno plano sua presença tem ampla influência além das margens da zona de influência baixa (dez vezes a altura do rotor da turbina). O invólucro do parque é orgânico e paralelo à linha de coroação da montanha. Até atingir certa cota, não se percebem as infraestruturas viárias.

- Em inserções de cume rodeado por outras montanhas e pontos altos sua visibilidade é muito reduzida, a distância do observador perde importância em relação à topografia, ante a frequência com que as turbinas permanecem total ou parcialmente ocultas. É complicado perceber o parque eólico na sua totalidade. O sistema viário do parque é visível, em função da cota, de forma mais ou menos fragmentada em pequenos tramos que se ocultam na topografia.

- Em inserções de planícies sua presença não vai muito além, em função das características concretas do entorno, das margens da zona de baixo efeito. Costuma tratar-se de planícies destinadas a atividades agropecuárias e com alto grau de transformação. A envolvente do parque é retilínea e seu sistema viário se dilui frente a pequenas ondulações no terreno ou pela própria vegetação. Somente quando se entra na zona de influência média as turbinas superam em protagonismo ao resto dos elementos presentes. Em função do ângulo de observação, em relação ao alinhamento das turbinas, pode-detectar-se o efeito tela sobre o campo visual (vista perpendicular).

- Em inserções de cristas elevadas sobre entornos planos as turbinas são distinguíveis com clareza além das margens da zona de baixa influência ao estarem dispostas levemente acima da cota da planície adjacente. A envolvente do parque eólico se adapta organicamente às formas das cristas, atrás das quais se oculta parcialmente em função do ângulo de observação. As vias não se observam com facilidade, independentemente da distância e do ângulo de observação, devido à topografia.

Para inserções com presença de obstáculos naturais o ângulo de visão é mais decisivo, ao avaliar o impacto paisagístico da instalação, do que a própria distância. Igualmente deve ser considerada a diferença de cota entre local e seu entorno. Podemos concluir que a chave de uma correta implantação de um parque eólico, a efeitos paisagísticos, consiste na interpretação dos elementos presentes em uma inserção concreta. Refere-se a fatores de diversas escalas e natureza que permitem singularizar uma intervenção paisagística de qualidade. O amálgama de matizes que convergem em um determinado sítio recomenda sua gestão em um projeto integral em termos de paisagem e território.

No que diz respeito ao **impacto paisagístico dos parques eólicos marinhos**, suas tensões visuais se projetam sobre dois âmbitos bem diferenciados ainda que intrinsecamente vinculados: o meio marinho (turbinas e linhas de evacuação) e a zona costeira (restante dos componentes). O mar é um meio escassamente socializado pelo homem no que praticamente não existem referências ao perder o contato com a costa. A paisagem marinha está protagonizada pela linha de encontro entre o mar e o céu, assim como pela presença de múltiplos fatores dinâmicos. Qualquer intrusão, por sutil que seja, capta a atenção do observador. Em claro contraste a zona litoral está altamente socializada por sua concentração de atividades humanas. Sua paisagem é muito diversificada e sensível e, infelizmente, das mais degradadas. Portanto, é recomendável optar por sítios marinhos localizados a uma distância suficiente da costa ou perceptíveis desde faixas de costa que não concentrem valores paisagísticos e ambientais de especial relevância.

Dispomos de **referências** sobre a aplicação da **energia solar** desde tempos imemoriais. Desde o impulso dado pela corrida espacial, e o eco que o uso da energia solar teve no cinema e nos meios de comunicação, a presença de artefatos solares em nossa vida cotidiana é constante.

O desenho industrial introduziu nos lares todo o tipo de aparatos solares de uso doméstico como calculadoras, relógios, etc. Posteriormente, as aplicações solares se fizeram cotidianas no mobiliário urbano. O mundo da arte não foi alheio às possibilidades que representa a energia solar e abundam reflexões a respeito. O conceito das energias renováveis como fontes limpas, inesgotáveis e de futuro é provavelmente seu maior aporte. Isto foi amplamente explorado, com consequente risco de manipulação, desde o âmbito da publicidade.

Para abordar o **impacto paisagístico** das instalações de aproveitamento da **energia solar** distinguiremos entre centrais solares térmicas, plantas fotovoltaica, e instalações urbanas.

As necessidade de implantação de uma **central solar térmica**, caracterizada por um elevado consumo de área de solo e a eventual aparição de pontos de referência na paisagem, determinam que os locais de implantação sejam em áreas rurais. As tecnologias utilizadas, são decisivas ao analisar seu impacto visual. As mais difundidas em nosso entorno são as de Concentradores Cilindro-parabólicos e de Receptor Central (externa ou de cavidade).

Os principais efeitos sobre a paisagem de uma central solar térmica se devem à necessidade de garantir a nivelamento do campo solar (requer movimentos de terra que alteram as formas e texturas da paisagem), a concentração de elementos no campo solar (incompatível com outras atividades), a aparição de pontos de marco artificial de grande altura (a torre da tipologia de receptor central), ao movimento dos refletores ou heliostatos (neste caso inclui-se o feixe de luz que projetam sobre a torre) e ao ruído do funcionamento das instalações.

Estes efeitos limitam-se ao entorno próximo do perímetro da planta solar térmica (devido à escassa altura da maioria de seus componentes), salvo em centrais de receptor central (a presença de uma torre de grandes dimensões é visível desde longe). O impacto visual dos elementos de escassa altura está mais condicionado pela topografia que pela distância do observador. Finalmente, o impacto paisagístico da torre, exclusivamente em centrais de receptor central, permite diferenciar entre as seguintes zonas de influência medidas desde às margens do campo solar: alta ou muito alta (a uma distância de três vezes a altura da torre), média (em um raio inferior a dez vezes a altura da torre), e baixa (até que a torre desaparece da vista).

Do estudo de casos reais ressalta-se a importância da topografia do entorno, diante a aparição de torres de vigilância ou cortinas naturais que modificam a visão do campo solar. Podemos concluir, em função das tipologias mais habituais, que os efeitos paisagísticas:

- Em centrais de Receptor Central externo, situadas geralmente em zonas planas, o impacto paisagístico da planta solar varia com a distância do observador. Na zona de baixa influência, salvo o efeito de intrusão da torre, se respeitam as linhas e texturas e resto de componentes da paisagem original. Na zona de média influência, os elementos da paisagem original começam a declinar seu protagonismo em benefício das infraestruturas do campo solar. Finalmente, na zona de alta ou muito alta influência, o impacto paisagístico é elevado diante da perda de referências da paisagem primitiva.
- Em centrais de Receptor Central de cavidade, as edificações auxiliares se agrupam junto à torre à margem do campo solar. Na zona de baixa influência, se observa a torre e o feixe de luz

refletido pelo campo solar, o impacto visual é escasso. Em zonas de média influência, se começa a vislumbrar os depósitos e infraestruturas auxiliares da central, os elementos originais da paisagem vão cedendo protagonismo. Na zona de influência alta ou muito alta, se distinguem os heliostatos e o perímetro da central solar, as referências à paisagem original são difíceis de encontrar.

- Em centrais de Concentradores Cilindro-Parabólicos a ausência de torre vincula ainda mais à topografia, em relação à distância, seu impacto visual. A transformação do campo solar é mais intensa que nas centrais de receptor central, o que aumenta o impacto visual nas imediações da instalação.

As características da implantação de uma **central fotovoltaica** em um âmbito **não urbano**, e por extensão seu efeito sobre a paisagem, estão condicionados pelo seu tamanho. Diferentemente das centrais solares térmicas, que requerem uma grande reserva de terreno, as plantas fotovoltaicas podem ter superfícies muito diversas. Por sua vez, a tecnologia

utilizada (com ou sem rastreamento solar a um ou dois eixo) determinará a densidade da ocupação do campo solar e, conseqüentemente, seu impacto visual.

Entre os principais efeitos sobre a paisagem de uma planta solar fotovoltaica deve-se distinguir entre os elementos que incorporam os módulos fotovoltaicos em linha (sem seguimento ou com rastreamento a um eixo) e os que empregam módulos autônomos (com rastreamento a dois eixos). Os primeiros tem menor altura mas aumentam a densidade do campo solar, que oculta qualquer referência ao estrato original, os segundos são mais altos e visíveis mas configuram um campo solar menos denso sobre o que se distingue o terreno natural. A execução de centrais com módulos em linha exige a transformação do campo solar, mediante a limpeza e do terreno e movimentos de terra, em uma grande planície. Nas inserções com certo desnível o impacto visual deste tipo de instalações é notável. O acúmulo de instalações em um âmbito, sem considerar a capacidade de acolhida do entorno, pode levar a fragmentação da paisagem. O movimento dos módulos solares origina mudanças cromáticas, devido à diferença de cor entre as faces dos painéis, e emissão de ruído. Na maioria dos casos estudados, o fechamento perimetral não conta com nenhum tratamento

específico que melhore sua integração com o entorno. Boa parte destes efeitos se concentram nas proximidades do campo solar e vão desaparecendo com a distância, entretanto, não se deve ignorar o papel da topografia sobre o entorno.

Finalmente, as **instalações solares** urbanas tem um impacto paisagístico atenuado por sua localização em espaços e infraestruturas amplamente transformadas e consolidadas. Adaptam-se ao tecido urbano sob os formatos:

A primeira opção, e mais difundida, incentivada pela normativa de aplicação no caso de água quente doméstica (AQD), reduz custos ainda que limite seu tamanho à capacidade de acolhida da estrutura preexistente. Pode ser de AQD ou fotovoltaicas e se distribuem por dois distintos elementos que conformam o invólucro da edificação. Foi convertido em elementos habituais da paisagem das coberturas de nossas cidades, necessitando uma maior regulação a respeito. Igualmente conveniente seria o estudo sobre a adequação destas instalações em contextos e conjuntos de interesse histórico e cultural.

A segunda opção é mais custosa, e interessante do ponto de vista de desenho urbano, ainda que permite aumentar o tamanho da instalação. Normalmente são fotovoltaicas que

requerem um tamanho mínimo para adequar-se à normativa de aplicação. A compatibilização de usos se consegue mediante novos materiais e criando novas estruturas (de pequeno formato e assumíveis em elementos do próprio mobiliário urbano ou de tamanho superior).

A amplitude do estudo das energias renováveis exigiu a realização de um exercício progressivo de definição do conteúdo e abrangência da tese, com intuito de alcançar os objetivos planteados. A exposição das conclusões e propostas permite regular seu grau de cumprimento, assim como a validade dos resultados obtidos. A redação das conclusões é fruto da avaliação e crítica dos aspectos e modelos analisados ao longo do texto. Com elas cristaliza boa parte do esforço realizado durante a pesquisa.

9.2 PROPOSTAS PARA UM FUTURO RENOVÁVEL :

Uma vez expostas as conclusões da tese, procedemos com a elaboração de breves propostas orientadas a facilitar o cumprimento seu objetivo principal. Consideramos que avançamos em direção a um futuro que requer soluções para implementar fontes energéticas alternativas e sustentáveis. Não concebemos as propostas, fundamentadas na experiência acumulada durante a pesquisa, como uma enumeração de conclusões particulares. Entendemos como uma reflexão centrada em alguns processos e mecanismos que poderiam desempenhar um papel ativo na implantação de instalações de energia renovável a partir de uma correta gestão da paisagem e do território. Por sua condição aberta encontraremos grande diversidade de alcance e escala em sua formulação. Estaríamos muito satisfeitos se das mesmas surgissem novas linhas de pesquisa ou fossem aproveitadas para aprofundar algumas das já apontadas no presente texto. Com essas premissas, dividimos as propostas em três seções. A primeira está destinada àquelas propostas entendidas sob o foco territorial, a segunda contempla as vinculadas com a paisagem e a terceira contem uma proposta metodológica para elaboração de portarias reguladoras das instalações de energias renováveis.

9.2.1. Territórios renováveis.....

"...., estoy en el puro porvenir que me rodea. El porvenir es el mar, el viento, el cielo, la luz"⁴.

("...estou no puro porvir que me rodeia. O porvir é o mar, o vento, o céu, a luz.")

Iniciamos nossa reflexão para um futuro renovável resgatando a citação com a que iniciamos a dissertação de doutorado. Ela incorpora termos como porvir, que tem como um dos possíveis significados o tempo futuro. É uma composição simples que vincula o tempo futuro ao mar, ao vento, ao céu e à luz.

Na realidade se trata de uma citação que esteve presente em nossa pesquisa desde a sua gestação, e cuja interpretação pessoal adotamos como referência conceitual. Porque a dissertação: "Territórios renováveis, paisagens emergentes" reflete, precisamente, sobre como caminhar em direção a esse porvir. Um tempo futuro em que as fontes energéticas procedam do "mar, vento, céu e luz, também como de quantos recursos permitam articular alternativas energéticas renováveis e sustentáveis.

⁴ LE CLÉZIO, J.M.G., *El buscador de oro*, Barcelona, La otra orilla – Grupo Editorial Norma, 2008, pp.114.

Para vislumbrar esse porvir devemos ser capazes de formular soluções e respostas adequadas no presente. Nos encontramos ante um cenário contemporâneo, analisado neste texto, do qual podemos destacar entre outros processos de relevância territorial o aumento da população mundial e a crescente demanda energética. Ambas tendências, que se encontram interligadas e geram, por sua vez outros processos, implicam um desafio para o planejamento.

A explosão demográfica do planeta, especialmente intensa em algumas áreas geográficas, foi seguida de um processo de concentração da população em áreas urbanas. Por sua vez as cidades, devido à sua própria configuração, se converteram em verdadeiros sumidouros energéticos. O incremento da demanda energética reclama a exploração de novos recursos para satisfazer suas necessidades. Esses processos projetam uma tensão sobre o território materializada em uma progressiva ocupação e transformação de habitats naturais, com consequente destruição de ecossistemas e perda de biodiversidade, e um paulatino empobrecimento do habitat urbano. Nesse contexto devemos considerar as contribuições, energética e territorial, que procedem do campo das energias renováveis e podem ajudar a inverter esta tendência.

Apesar do notável impacto territorial, as questões relacionadas com as atividades energéticas ainda apresentam escasso seguimento por parte das disciplinas urbanísticas. No desenvolvimento do exercício profissional podemos constatar a falta de referências a respeito, em especial na própria administração, e por extensão a dificuldade de aplicar um enquadramento legal e instrumental que não está concebido para esta matéria. Como exemplo da situação atual podemos assinalar como apesar do notável impacto territorial que pode provocar um centro de geração de energia em grande escala (refinaria, centrais de ciclo combinado, etc.), os parâmetros urbanísticos que devem ser aplicados são similares aos do resto da trama urbana. Essas disfunções na prática do planejamento evidenciam a necessidade de abordar uma revisão disciplinária que a dote de ferramentas adequadas, teóricas e instrumentais, aos desafios do presente.

No que se refere ao campo das energias renováveis, a fim de aprimorar nossa reflexão, distinguiremos entre os âmbitos de atuação preferenciais: as áreas urbanas e as não urbanas. A efeitos energéticos, a primeira é caracterizada por envolvimento mínimo na geração de energia, mas monopolizando a maior parte da conta de energia.

Este desequilíbrio é objeto de ações tendentes a ajustar a demanda de energia. Referem-se a programas e atuações orientadas, fundamentalmente, à eficiência e economia energético (mobilidade sustentável, sistemas construtivos eficientes, etc.) Também são abordadas as questões relacionadas com a produção de energia (em especial energia solar). Ainda que algumas destas medidas tenham adquirido caráter normativo, sua capacidade de influência sobre a conta global de energia é discreta. Consideramos que uma das causas que limitam sua efetividade se deve a que correspondem a atuações setoriais, isoladas entre si, que não consideram a cidade como um organismo em seu conjunto. Portanto, entendemos que segue havendo margem de melhora na adequação dos âmbitos urbanos para albergar um maior número de instalações de energia renovável.

A necessidade de aproxima os centros de produção e consumo pode obrigar-nos a aceitar essas infraestruturas naqueles âmbitos que sejam passíveis de exploração. Trata-se daqueles espaços nos quais se desenvolve a vida urbana cotidiana. Falamos da configuração de propostas inéditas que incorporem estes elementos emergentes em uma nova lírica criativa que defina as paisagens urbanas do futuro.

Para intervir nas cidades vamos precisar que a disciplina urbanística recupere sua capacidade transformadora e de inovação ante as vertiginosas transformações socioeconómicas que ocorrem. desde a ótica energética, as cidades devem assumir sua responsabilidade na reversão de um imparável processo de estagnação funcional somente mitigado por um consumo de energia insustentável.

Para isso, devemos partir de uma análise da cidade em seu conjunto que nos permita identificar os distintos tecidos que a conformam. Tecidos que transcendem a tradicional distinção urbanística entre solos residenciais, industriais , etc. , ou às mais detalhadas ordenanças tipológicas. Referimo-nos a tecidos definidos , não só por esses parâmetros do urbanismo convencional, por sua funcionalidade, mobilidade, consumo e grau de eficiência energética, capacidade de geração de energia, etc. Uma vez identificados os tecidos e elementos que conformam o organismo urbanos podemos estudar a implementação de medidas que permitam a melhora de seu funcionamento. estas ações incluem desde o desenho urbano, a transformação da trama existente, a integração de energias renováveis, o estudo de mobilidade, a conscientização cidadã, o desenho da estrutura energética, etc.

Entretanto, a inércia do sistema energético atual é demasiado forte e translada uma parte substancial das tensões territoriais a áreas não urbanas, nas quais se gera a maior parte da energia renovável que consumimos. Nos últimos anos, a incorporação de instalações renováveis ao meio rural perdeu certa dinamização económica para áreas tradicionalmente deprimidas. A medida que os territórios ricos em recursos tem sido ocupados, as vezes superando sua capacidade de acolhida, a pressão foi sendo transferida a áreas inexploradas. A intensidade do processo e sua orientação futura, vinculada a evolução da demanda de energia, reclama uma reflexão.

O homem dispõe de um conhecimento do meio rural, adquirido desde tempos imemoriais a partir da sua observação e estudo, que permitiu seleccionar aquelas atividades melhor adaptadas ao lugar e com maior valor agregado. De maneira geral se trata de atividades agropecuárias cujo desempenho requer gasto de energia nas suas diversas modalidades. Habitualmente coincide que a atividade referida, em especial quando mantém ao longo do tempo , é a que apresenta menor custo energético. Durante séculos foi sendo transformado seu entorno de uma forma pausada, delineando seu perfil até como nós o conhecemos hoje.

Por outro lado, as instalações de energias renováveis contemporâneas, ainda que baseadas em uma lógica de exploração de recursos já existente, foram implementadas no meio em tempo recorde. A falta de planificação e referências a respeito, anteriormente aludida e que no melhor dos casos se limitou a distinguir entre zonas aptas e não aptas, consagrou uma sequência de implantação baseada em fatores como a existência de recurso, o custo das instalações seu rendimento económico, a capacidade de escoamento da produção e a propriedade do solo. A consequência foi a proliferação de instalações em base a projetos de escassa qualidade, nos que se primou quase exclusivamente o fator económico.

Esta tendência eclipsou outros parâmetros como o grau de adequação do sistema de aproveitamento do recurso ao entorno e consequentemente a necessidade de transformá-lo, a complementariedade com atividades existentes, sua integração paisagística, capacidade de gerar valor agregado frente a outras opções, etc. A consideração destes últimos fatores incorporaria um enfoque que redundaria em uma gestão responsável dos recursos territoriais e na qualidade dos projetos executados.

A limitação de recursos e sítios apropriados requer respostas desde o planejamento como garantia do equilíbrio territorial. A implementação de boa parte destas respostas deve partir de uma profunda revisão disciplinar do urbanismo e do planejamento. Trata-se, em suma, de uma concepção do planejamento que o habilite como ferramenta válida para zelar pelo território como patrimônio comum.

Para isso, preconizamos um enfoque dinâmico, mediante a aplicação de novas tecnologias que substituam ao tradicional quadro temporal de prazos por um controle do território em tempo real, que concilie a melhora dos habitats com o desenvolvimento das atividades humanas. Algo similar acontece com os padrões urbanísticos cuja aplicação atual é estática e insuficiente, o que evidencia sua obsolescência. Parece mais razoável ajustar a superfície das reservas de equipamento de determinadas atividades, por exemplo um grande centro industrial, em função de seu nível de emissões que assimilar esta a uma atividade convencional. Propomos que o desenvolvimento das atividades se acople com o território, mediante um seguimento contínuo de sua incidência, de maneira unificada a uma correta gestão. Dispomos de múltiplos indicadores e sistemas que nos aportam informação em tempo real sobre a alteração das dinâmicas territoriais.

A aplicação deste princípio, de otimização e custódia dos recursos territoriais, a implantação de energias renováveis exige um profundo estudo de suas características e da vocação e capacidade de acolhida do território. Propomos a execução de um fator de produção energética, isto é, a quantidade de energia que pode gerar potencialmente por faixa de superfície. É muito importante precisar que não nos conformaremos com o potencial de recursos energéticos renováveis disponíveis em uma determinada área geográfica (informação muito válida e contida em atlas e outros estudos). O parâmetro que consideramos relevante é o de produção real, além da potência instalada, relacionada a uma tecnologia renovável tipo. Para sua obtenção o procedimento seria o de monitorar o rendimento de instalações distribuídas por distintas unidades territoriais. Neste sentido podemos apontar que em âmbitos da Andaluzia com numerosas instalações renováveis distribuídas por boa parte de sua superfície, se poderia elaborar um histórico da produção real nos últimos anos. Com isso seria possível obter um gradiente de produtividade energética do território segundo a tecnologia por unidades territoriais concretas. Como primeira crivo, a informação obtida será confrontada com as limitações derivadas da legislação setorial.

A seguir, determinaremos a idoneidade do território para acolher uma instalação renovável determinada. Para isso consideraremos os requisitos envolvidos na implantação das instalações (superfície, necessidade de evacuação, etc.), assim como seu impacto paisagístico e ambiental sobre o entorno (necessidade de execução de movimentos de terra, alteração das dinâmicas e processos naturais, etc.)

Outro aspecto essencial será complementariedade das instalações com outras atividades. Este ponto incrementará o rendimento das áreas selecionada, permitindo a conservação de usos que contribuem à custódia dos valores presentes no território.

A esse respeito contrasta o grau de complementariedade com outras atividades das distintas instalações renováveis. Assim, os parques eólicos coexistem com a maioria de atividades agropecuárias das áreas que ocupam. Em relação a outros usos e atividades (infraestruturas, áreas industriais, tramas urbanas, etc.) se deve considerar critérios técnicos, tais como a distância mínima das turbinas eólicas, que minimizem efeitos secundários ou potenciais interferências.

Pelo contrário, as instalações de energia solar localizadas em áreas rurais se caracterizam pelo uso exclusivo do terreno que ocupam. Esta questão é agravada quando a superfície do campo solar alcança dimensões importantes e conformam a instalação como um corpo isolado dentro do resto de elementos do território. Existe uma grande margem de melhora a esse respeito que inclui desde atuações na zona perimetral da planta ao tratamento do campo solar em si. Queremos ressaltar que a complementariedade de atividades é um princípio que permanece vigente no mundo rural, onde se aplica desde a antiguidade, e que se está perdendo em nossas cidades para empobrecimento do tecido urbano.

Após o parêntesis destinado a complementariedade de atividades, retomamos nossa proposta de melhora no acoplamento territorial das instalações renováveis. Uma vez considerada a capacidade produtiva de uma tecnologia renovável tipo e a idoneidade do território para sua sustentação, como questões prévias, chega o momento da tomada de decisões desde o planejamento. Entendemos que estas poderiam partir do estabelecimento de uma série de prioridades, que incentive a implantação de algumas tecnologias em detrimento de outras em função de sua idoneidade territorial.

Devemos fomentar o princípio de obter o máximo rendimento energético do território com o menor impacto possível sobre a área de instalação e seu entorno. Levando-o à prática de um local determinado, com recursos eólicos e solares suficientes, será priorizada a tecnologia mais apropriada em função do princípio exposto sobre inércias como as derivadas da estrutura da propriedade entre outras.

Trataria - se, em suma, de evitar que o critério de seleção de locais seja alheio à própria vocação da área, seus valores, fluxos naturais, etc., em definitiva, a seu equilíbrio territorial a longo prazo. Consideramos que é tarefa do planejamento primar esses parâmetros com repercussão coletiva, tanto quantitativa como qualitativamente, frente aos exclusivamente quantitativos e de visão a curto prazo.

Julgamos que chega o momento da reflexão, aliando o uso que se tem feito do território, e da ação, tomando decisões coletivas sobre seu destino. O planejamento deve assumir sua responsabilidade no fomento da adoção de uma lógica na gestão do território que nos aproxime a um uso responsável de seus recursos.

9.2.2. Paisagens emergentes.....,,,,,

Com caráter prévio à nossa meditação sobre a paisagem enunciaremos uma das chaves de alguns artistas , enquadrados no movimento da *land art* , ao afrontar suas obras.

“trabaja con el paisaje, no contra él”⁵.

(" trabalha com a paisagem e não contra ela")

Este princípio aparentemente simples encerra uma declaração de intenções do que deveria inspirar o trabalho com a paisagem. Uma paisagem que é, como expusemos anteriormente ao longo desta dissertação, um dos principais indicadores do nível sociocultural alcançado por um coletivo.

Isso porque basta que contemplar a paisagem que nos rodeia, tanto urbana como rural, para constatar o escasso valor que caracteriza boa parte das intervenções contemporâneas realizadas pelo homem. Na maioria dos casos se detecta com claridade a submissão de qualquer indício de apreciação estética em benefício de considerações exclusivamente produtivistas.

⁵ RAQUEJO, Tonia, *Land Art*, San Sebastián, Nerea, 1998, pp.22.

Consideramos que uma profunda análise da paisagem nos revela as distintas texturas, contribuições dos grupos humanos que interviram ao longo da história, que a configuram. Em outras épocas foram conjugadas as prioridades estabelecidas com um programa de intervenção que incorporava as questões estéticas entre seus fundamentos. As mudanças ideológicas e sociais tinham a necessidade de visibilidade renovando a imagem da cidade e do território⁶.

Portanto, a contribuição da nossa geração a configuração da paisagem deveria ser assumida como um desafio coletivo. O trabalho com a paisagem deve abranger desde a escala regional até a escala local, no âmbito do planejamento, e desde intervenções de grande porte a pequenas atuação, no âmbito puramente projetual. Recebemos como legado um amplo catálogo de paisagens rurais, naturais e urbanos de uma extraordinária beleza sobre os que temos intervindo de maneira inadequada na maioria dos casos. Referimo-nos a paisagens claramente identificáveis que foram evoluindo de forma coerente com o desenvolvimento do território e suas atividades.

⁶ Intervenções magistrais como as de Paladio seriam inconcebíveis sem os programas estratégicos de reforma do campo e cidade colocados em prática na Veneza dos séculos XV e XVI.

E aí poderia residir uma das principais particularidades das paisagens herdadas, respeito à configuração das paisagens do presente, seu caráter próprio. Ao contrário, boa parte das intervenções atuais sobre a paisagem respondem a lógicas e inércias compartilhadas, repetidas e alheias ao enriquecimento do lugar. O resultado é a modelagem de paisagens pouco diversificadas e difíceis de serem identificadas.

Para focalizar nossas considerações ao enquadramento da tese destacaremos como o sistema energético tem configurado um conjunto de paisagens consagradas à produção de energia. Devido ao impacto ambiental dos centros convencionais de produção de energia, estes tem sido isolados das populações em seu entorno. Deste modo aparecem manchas sobrepostas sobre o território em função de parâmetros ditados por legislações setoriais, centradas em reduzir potenciais riscos sobre as pessoas e o meio ambiente. Estes condicionantes excluíram a possibilidade de articular propostas complexas e comprometidas territorialmente. Finalmente, a separação e diferença de tamanho entre os centros de produção e consumo de energia propiciou o traçado de redes artificiais (oleodutos, gasodutos, linhas de alta tensão, etc.) por boa parte do território.

Neste sentido, a implantação de energias renováveis deu lugar a parição de realidades inéditas e representam grande oportunidade para a configuração de novas paisagens coerentes com paradigmas contemporâneos como a sustentabilidade. Por seus próprios condicionantes, o trabalho com as energias renováveis nos permite elaborar propostas que favorecem sua interação com a complexidade e riqueza do território. A inovação tecnológica que continua experimentando o setor nas energias renováveis coloca a nossa disposição inúmeros recursos, em todas as escalas, que permitem prognosticar mudanças substanciais na maneira em como dispomos a ocupação do território. Na sobreposição dos centros de produção e consumo de energia ou na capacidade de emparelhamento das instalações renováveis se encontram boa parte das chaves da configuração destas paisagens da energia. Paisagens emergentes que modificarão a imagem de nosso entorno e cuja formulação constitui um dos maiores desafios coletivos que nossa geração deve afrontar.

Seguindo a lógica da sustentabilidade, corresponderia às cidades, verdadeiros sumidouros energéticos, a tarefa de produzir energia renovável e, portanto, a seus cidadãos aceitar transformações da paisagem urbana derivadas da nossa própria forma de vida.

Boa parte das soluções passam pela nossa capacidade de adequar o meio urbano, fomentando soluções híbridas nas que o centro de produção e consumo se confundam, a fim de incrementar sua capacidade de acolhida para instalações geradoras de energia. Aproximarmos às questões urbanas, com o afã de empreender medidas concretas, requer discernir entre a cidade existente e a projetada. Este enfoque não é trivial e nos habilitaria a precisar sobre as diferentes problemáticas urbanas que devem afrontar as cidades em função de aspectos como sua evolução demográfica, a dinâmica econômica, a área geográfica em que estão inseridas, etc.

Incorporar instalações de energias renováveis a uma estrutura já definida implica a necessidade de intervir em todos os níveis. A aparição de elementos autossuficientes de pequena escala (faróis, parquímetros, etc.) já demonstraram sua capacidade de integração com a paisagem urbana. De forma análoga, as pequenas e médias instalações também começaram a deixar seus sinais na paisagem urbana das coberturas. Podemos concluir que nessas escalas a trama urbana absorve bem este tipo de instalações mas, seu impacto sobre o consumo energético é discreto.

As dificuldades aparecem quando se procura implantar instalações energéticas renováveis de maior porte. Para isso podem ser aproveitados os traçados de grandes avenidas, áreas industriais e portuárias, canais, parques, etc. que configuram nossas cidades. Logicamente, qualquer disposição a respeito está vinculada a existência de recursos energético suscetível de aproveitamento.

Mas por que renunciar à oportunidade que representam as energias renováveis de transformar a paisagem urbana? Ao longo da história se executou uma série de operações de reforma interior como reflexo dos paradigmas dominantes. Com elas se procedeu a abertura de espaços e vazios urbanos a serviço de padrões ideológicos imperantes (como exibição da forma de governo da sociedade, encenação do acesso ao poder de uma determinada classe social, etc.) e de programas estritamente técnicos a serviço dos primeiros (salubridade, segurança, etc.). Preconizamos por aproveitar a implantação de instalações renováveis para executar operações de reforma interna em uma trama urbana na qual abundam âmbitos de escassa qualidade paisagística. As energias renováveis integram paradigma ideológico (sustentabilidade) e programa técnico de melhorias (melhora do habitat urbano).

No entanto, temos que reiterar que dadas as necessidades de abastecimento que se impõem, boa parte das transformações da paisagem vinculadas ao incremento da produção energética a partir de instalações renováveis se executaram no meio rural e natural.

Estas esferas também registram o processo, anteriormente citado, de perda de diversidade na configuração de suas paisagens. É complicado reconhecer os fundamentos históricos, de identificação e correspondência com o meio, nas intervenções mais recentes. Algumas chaves do fenômeno constatado podemos encontrar descendendo dos aspectos gerais e alguns mais particulares. Uma das determinações que se deve considerar no trabalho com a paisagem é a seleção dos materiais de intervenção. Habitualmente, se indica o uso de materiais autóctones como exemplo de boas práticas na gestão da paisagem rural. Não obstante, o emprego de materiais e elementos alheios ao lugar proporcionou a configuração, desde a pré-história, de alguns dos locais mais belos do planeta. Por isso trata-se de refletir sobre como propomos o diálogo entre a intervenção projetada e sua inserção no local e conceber soluções que sejam consequentes com seus princípios.

É certo que nunca antes tivemos acesso a tal variedade de materiais e sistemas de construção, apropriados ou não, para executar nossos projetos. Esta multiplicação de opções, que potencialmente enriquece nossas capacidades de materializar proposta que configurem paisagens de qualidade, implica um maior esforço e responsabilidade. Em definitiva, melhor capacitação e sensibilidade para outorgar à dimensão paisagística o lugar que lhe corresponde dentro da concepção de todo o tipo de projetos e instrumentos de planejamento.

Seguindo esse princípio devemos ser capazes de superar inércias anacrônicas no momento de avaliar alguns condicionantes impostos ao trabalho com a paisagem. Propomos que além de que se considere a natureza autóctone ou exógena dos materiais utilizados, se pondere a eficiência energética dos mesmo assim como o emprego de sistemas construtivos que reduzam a produção de resíduos, o consumo de energia e que permitam o reconhecimento dos recursos naturais e patrimoniais do território. Deveríamos ser consequentes, mais que com a reprodução mimética de materiais ou sistemas construtivos, com a lógica de implantação melhor adaptada às condições do lugar.

Um caso muito significativo encontramos no emprego de sistemas construtivos e materiais tradicionais nas construções próprias de nosso tempo. O resultado final costuma ser um edifício híbrido cuja incorporação não aporta nenhum valor à paisagens na qual se insere.

Um fiel exemplo desta situação é evidenciado pelas construções auxiliares de um parque eólico (centros de controle, sub estações elétricas, etc.). Habitualmente tem-se optado por intervenções de caráter mimético considerados, erroneamente, como referentes válidos. Em função do âmbito geográfico podemos encontrar esses elementos disfarçados com a aparência de um *"cortijo"* (casa rural) andaluz, ou qualquer outra tipologia tradicional presente no entorno. Este tipo de inserção gera confusão, ante a clara disfunção estética e funcional que representa, e contrasta com a legítima evolução experimentada pelos engenhos que exploram o recurso. Seria inconcebível, além de inviável, imaginar uma turbina eólica revestida com uma carcaça dos antecedentes existentes nas imediações. Portanto, entendemos que não devemos perder a oportunidade, com independência do objeto de trabalho, de incorporar à paisagem linguagens, materiais e elementos próprio de nosso tempo e em harmonia com os condicionantes do lugar.

Uma correta seleção de materiais e sistemas construtivos com baixo impacto ambiental, uma implantação que respeite os condicionantes da área de inserção e permita a compatibilidade com as redes ecológicas do meio, deveriam adotar-se como princípios a considerar na configuração das paisagens das energias renováveis. Consideramos esta conexão com a dinâmica do local, acima da aparição de elementos inéditos, a melhor garantia para modelagem de paisagens de qualidade e sua posterior assimilação pelas populações do entorno.

Nas plantas solares fotovoltaicas encontramos numerosos exemplos a esse respeito. É difícil encontrar um elemento composto por um material, como o silício das células fotovoltaicas nas suas diversas variantes, que resulte mais estranho à paisagem original. Estamos ante um caso em que a seleção do material vem determinada pela própria tecnologia o que permite somente atuar sobre as outras variáveis expostas. No que se refere a disposição da instalação sobre o terreno se deve optar por respeitar a topografia original, com o que surgirão formas orgânicas que contribuirão para o ajuste paisagístico das fileiras fotovoltaicas. Igualmente se deve intervir sobre o perímetro, empregando tipos de fechamentos vegetais, de espécies autóctones que contribuam para a melhor integração do conjunto.

Outras das medidas que podem contribuir para o aparelhamento de uma planta solar, em especial a de grande porte, consiste em evitar campos solares com traçados retilíneos. Sua conformação deve acomodar-se à topografia do terreno. e adaptar-se a elementos de interesse natural como cursos d'água, vales, colinas, etc.

Algumas instalações renováveis, como as plantas solares térmicas de receptor central ou os grandes parques eólicos, necessitam da construção de elementos de grande altura que são visíveis a grandes distâncias. Devemos evitar risco de que estes elementos sejam percebidos pelas populações do entorno como intrusos, e não renunciar a que adquiram um caráter icônico. Para isso, propomos que se considere a aplicação de critérios de viabilidade meio ambiental na seleção de áreas de inserção, a capacidade das populações vizinhas de detectar valores intrínsecos vinculados com a ecologia, a beleza paisagística de determinados sítios que se dominam desde estes marcos e a sensibilidade dos promotores para articular fórmulas de exploração que fomentem novas atividades.

Apesar de que a conjunção dos fatores anteriormente expostos seja complicada, existem instalações concebidas com esse

planejamento que contribuem para a assimilação de paisagens inéditas. Na Áustria, onde encontramos uma alta consideração social aos parques naturais e zonas protegidas, a colaboração entre cidadãos, administrações públicas e promotores permitiram que compatibilizasse o uso turístico com o da exploração de recursos renováveis. O modelo aplicado, que consistiu na habilitação de determinadas turbinas eólicas como mirantes paisagísticos, converteram os parques eólicos em uma atração turística a mais aos que organizam visitas.

Propomos igualmente que aproveite, naqueles âmbitos em se seja viável, a presença de linhas artificializadoras da paisagem. A implantação de instalações renováveis alinhadas aos traçados artificiais presentes na paisagem (diques, canais, infraestruturas, vias férreas, autovias, etc.) se converteu em um recurso válido em países como Holanda ou Alemanha. Para isso, é fundamental garantir a compatibilidade da instalação (tanto na sua fase inicial de montagem e posterior desmontagem, como durante seu funcionamento) com as atividades e infraestruturas existentes no entorno.

Trataria-se de localizar zonas onde se argumenta que a qualidade paisagística é menor ou se ajusta melhor com novos elementos. Sobre esse tipo de infraestrutura o impacto visual

diminui comparativamente, e ainda costuma dispor de acesso fácil para sua manutenção.

Em definitiva, nos referimos a materializar propostas que configurem paisagens de qualidade nas quais se estabeleça uma dialética que reflita a integração dessas "arquiteturas" com o entorno.

9.2.3. Por portarias reguladoras das instalações de energias renováveis.....

Queremos concluir nossa reflexão sobre as energias renováveis chamando a atenção para uma das principais ferramentas que dispõe o planejamento para a ordenação urbanística e territorial: as portarias reguladoras. Consideramos de vital importância que a implantação territorial e paisagística das instalações de energias renováveis seja abordada desde portarias reguladoras. Portarias que, desde o conhecimento das particularidade das energias renováveis, sejam capazes de articular uma regulamentação que permita sua melhor conexão com o território.

A repetição de parâmetros e conceitos, independentemente da evolução da problemática a que responde, é uma das conclusões que com maior frequência se pode extrair da análise de boa parte das portarias reguladoras existentes. No entanto, o setor das energias renováveis se caracteriza, fundamentalmente, pela ausência de tal instrumento de regulação. Isso evidencia o escasso interesse em que as questões energéticas, em geral, e as relacionadas com as energias renováveis, em particular, suscitaram na disciplina do urbanismo.

Um dos principais obstáculos que as portarias reguladoras devem afrontar desde sua concepção aparece vinculado a determinação de sua esfera de aplicação. Em nossa humilde opinião, esta questão é mais influenciada pelo quadro de divisão de competências vigente que pela própria lógica de otimização da organização dos recursos e atividades presentes no território. Em ocasiões, a própria legislação prevê fórmulas e ferramentas que podem ser de grande utilidade para uma eficiente gestão da paisagem e do território. Entretanto, com frequência este potencial se encontra obstruído e condicionado por interesses carentes de um compromisso ou visão global.

Existem figuras legais, como as *Normativas Directoras Orientativas* reguladas no artigo 20 da LOUA andaluza, que não tiveram maior trajetória do que se caberia esperar. Apesar da necessidade de implantar uma abordagem mais ampla, em relação a exclusivamente local, em algumas matérias; durante sua tramitação se determinou que as diretrizes não seriam vinculantes. Consideramos que, ainda que se tenha perdido uma grande oportunidade, podem desempenhar um papel importante no tratamento da projeção territorial de alguns processos contemporâneos.

A partir da proliferação de instalações de energias renováveis, presenciamos um fenômeno emergente ante o qual poderíamos aproveitar bagagens preciosas para formular portarias reguladoras que aportem uma visão integradora. Falamos de um esforço aglutinador de leituras e enfoques setoriais (energia, paisagem, meio ambiente, etc.), que cristalize em um quadro normativo flexível e equilibrado. Flexível para permitir sua adequação à efemeridade de um setor estreitamente influenciado por inovações tecnológicas. Equilibrado para assumir a necessidade de conciliar o desenvolvimento com a preservação dos recursos coletivos presentes no território. Trata-se, em suma, de que fomentem o desenvolvimento daquelas práticas que garantam uma implantação equilibrada dessas instalações.

As portarias reguladoras de energias renováveis devem abordar tanto a esfera urbana, com limitações já evidenciadas, como esferas rurais e naturais. Os condicionantes que devem assumir em cada caso não impedem que se possa seguir uma metodologia que deve partir necessariamente de um profundo conhecimento do meio, seus recursos energéticos e sua capacidade de abrigar instalações em função da tecnologia disponível.

Entendemos que outro dos principais objetivos, cujo grau de cumprimento marcará parte da sua eficácia e aplicabilidade, será sua capacidade para facilitar a complementariedade das instalações de energias renováveis com outras atividades. Entre os critérios que devem aportar e regular encontramos aspectos funcionais, climáticos, produtivos, ambientais, paisagísticos, etc.

Desta forma, abordarão, em função do tipo de instalação e localização, entre outras questões:

- Os movimentos de terra admissíveis em função da topografia do terreno e sua repercussão visual.
- O tratamento dos resíduos e entulhos resultantes da execução das obras.
- A necessidade de executar linhas de evacuação elétrica para a energia produzida.
- Os critérios de seleção dos materiais a serem utilizados.

- A configuração de sistemas construtivos mais adequados e com menor impacto ambiental
- O impacto territorial e ambiental dos elementos e conjunto da instalação.
- A distância mínima, em função de parâmetros de segurança e preservação dos recursos naturais e patrimoniais, a itinerários, populações, etc.
- A compatibilidade da instalação com outras atividades, tanto na cidade como em espaços não urbanos, e com as redes ecológicas do meio natural.
- A execução de projetos de restauração do meio uma vez finalizada a vida útil da instalação renovável.
- A definição de critérios de desenho geral que fomentem a concepção de soluções adequadas à lógica do local.
- A superfície máxima de ocupação territorial em função da capacidade de acolhida do território.

- A concentração de instalações entorno a áreas urbanas ou de sustentabilidade paisagística e ambiental.
- A aporte de critérios estéticos para o tratamento das margens das áreas ocupadas pelas instalações.
- A determinação das áreas mais propícias, em função do recurso disponível e o impacto de seu aproveitamento energético.

Gostaria de aproveitar as últimas linhas do corpo desta dissertação para reivindicar a importância do papel que o setor das energias renováveis nos convoca a desempenhar. O modelo de produção de energia a partir de fontes convencionais consagrou "usos" dos recursos naturais caracterizados por sua dissociação territorial. Frente a esta inércia, não isenta de tensões, as energias renováveis nos permitem a oportunidade de recuperar o vínculo com o lugar. Para isso, devemos ser capazes de ler a lógica do território, de cujo correto gerenciamento existem inúmeros antecedentes, e delinear soluções adequadas ao desafio estabelecido. O grau de envolvimento da sociedade determinará boa parte do êxito deste projeto coletivo.

ANEXO I.- ESTUDIO DE CASO.....

A.I.- Central solar fotovoltaica de Amareleja (Portugal).

.- Referencia de las figuras.

A.1 Central solar fotovoltaica de Amareleja (Portugal) :

Amareleja es una parroquia integrada en el municipio portugués de Moura (Bajo Alentejo). De clima seco, con precipitaciones distribuidas irregularmente a lo largo del año, se enmarca en una de las áreas con mayor nivel de radiación solar de la Península Ibérica.

La escasez de agua y la acción humana han ido configurando un paisaje típicamente alentejano, caracterizado por una gran planicie con ligeras ondulaciones pobladas de encinas y alcornoques dedicadas a la actividad agropecuaria. También encontramos viñedos, olivares y cereales. Una de las particularidades del **entorno de Amareleja** es la presencia de un área forestal conformada por pinos, junto a la que se emplaza el propio núcleo poblacional. En sus inmediaciones resulta frecuente encontrar manchas arbóreas mixtas de pinos y encinas, así como matorral bajo característico del monte mediterráneo. Son frecuentes los afloramientos rocosos y la aparición de un sustrato pedregoso superficial. El río Ardila, afluente del Guadiana y al que desemboca en las proximidades de Moura, completa el conjunto de elementos naturales con presencia en la zona.



Figura A.1.-
Arriba, típico paisaje del Bajo Alentejo.
Abajo, el río Ardila junto a la freguesia de Santo Amador.



Las necesidades energéticas que la actividad agropecuaria del Bajo Alentejo ha demandado a lo largo de la historia han sido satisfechas mediante la explotación de los recursos renovables. En el entorno de Amareleja existen numerosos **antecedentes** y vestigios, molinos de agua y de viento, del aprovechamiento energético de los recursos naturales. Los cursos de los ríos Guadiana y su afluente Ardila dan soporte, en ambos lados de la frontera, a estos ingenios hidráulicos accionados por la corriente de agua. Empleados para la molienda de cereales, aunque hace décadas que dejaron de emplearse, son similares a los que encontramos en el río Tinto a su paso por La Palma del Condado (Huelva). De forma análoga acontece con los molinos de viento, frecuentes en las partes altas de las lomas alentejanas. Los molinos de viento del Alentejo muestran semejanzas tipológicas con los que aún se conservan en la comarca andaluza del Andévalo.

La mayoría de estos molinos se encuentran muy deteriorados y en avanzado estado de abandono. No obstante otros han sido rehabilitados y recuperados como muestra de arqueología industrial. Algunos de estos últimos han sido incluidos en rutas de turismo etnográfico y son empleados como reclamo del valor patrimonial acumulado por la región.



Figura A.2.-

Arriba, molino de viento de Granja (Mourão).

Abajo, molino del río Ardila a su paso por Santo Amador (Moura).



La abundancia de estos recursos energéticos en el Alentejo sigue siendo explotada en la actualidad con instalaciones de **energías renovables** contemporáneas. Otro de los factores que explica esta tendencia, además del potencial energético y una legislación de fomento, es la presencia de una red eléctrica con capacidad de acogida. Entre ellas destacaremos las instalaciones fotovoltaicas ubicadas en la parroquia de Brinches, en el municipio de Serpa, y la central solar de Amareleja, objeto del presente anexo.

Las primeras ocupan una superficie de 34 hectáreas, divididas en 3 zonas, que albergan un total de 52.000 paneles fotovoltaicos con una potencia unitaria de unos 200 W cada uno. Los paneles tienen instalado un sistema de seguimiento solar de un eje, y se distribuyen en hileras sustentadas por una estructura metálica ligera. La sencillez de la solución adoptada, permite su cimentación mediante apoyos puntuales en dados de hormigón armado, facilita la adecuación de la directriz de las hileras fotovoltaicas a la orografía del terreno. De esta forma se reducen las necesidades de ejecutar movimientos de tierra y se mejora la integración del conjunto con el entorno. No obstante, el presente anexo se centrará en las instalaciones de Amareleja al concurrir en las mismas una serie de factores que la singularizan.



Figura A.3.-
Instalación solar fotovoltaica de la
freguesia de Brinches, municipio
de Serpa.



Con una población inferior a los 3000 habitantes, Amareleja es una *fregesia* que mantiene un aspecto genuinamente rural. Esta imagen es fiel reflejo de sus fundamentos económicos, con un gran protagonismo del sector primario (olivar, viñedos, ganado caprino, etc.). No obstante, el elemento que caracteriza a Amareleja, respecto a otras parroquias del entorno, es la presencia junto a su núcleo urbano de una de las mayores plantas fotovoltaicas del mundo.

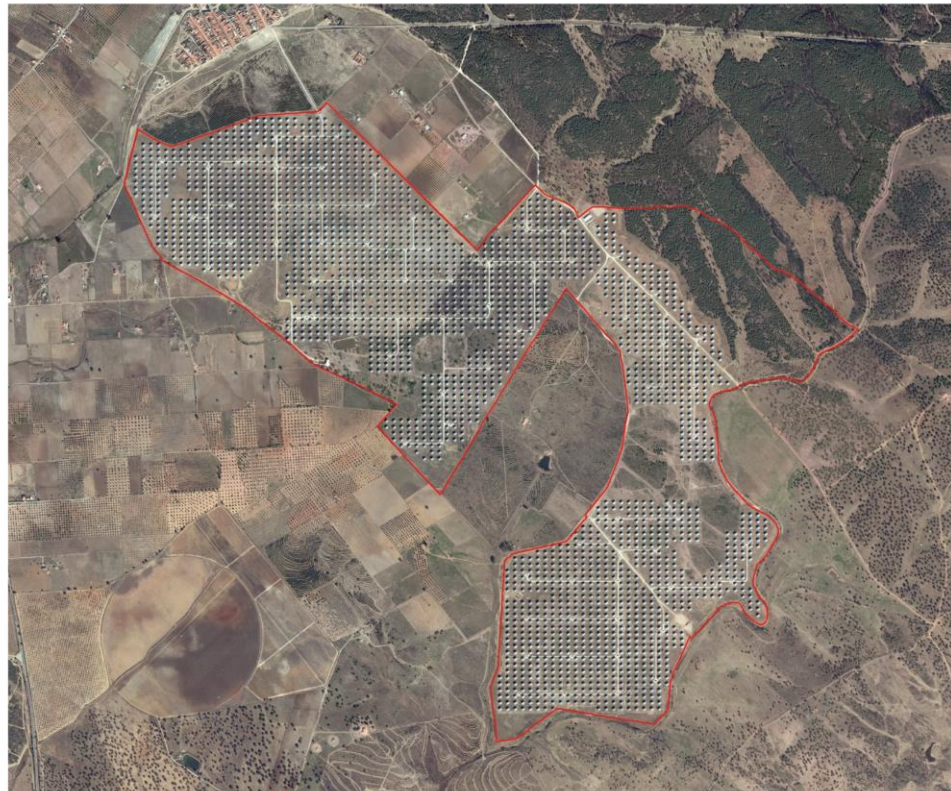
La **central solar fotovoltaica de Amareleja**, puesta en servicio a finales de 2008, ocupa los terrenos del antiguo aeródromo “Cifka Duarte”. Dispone de un campo solar cuya superficie total se aproxima a las 250 hectáreas, aunque el conjunto de la intervención supera las 300 hectáreas. Dispone de 2520 seguidores, con una superficie de 140,76 m² cada uno, que siguen la trayectoria del sol con un ángulo de inclinación de 45° y un giro de seguimiento acimutal de +/- 135° en dirección Este – Oeste. A su vez cada seguidor cuenta con un total de 104 módulos fotovoltaicos, de algo más de 1 m² por unidad, de células de silicio multicristalino. Con una potencia pico de 45,78 megavatios (MWp), está considerada la planta fotovoltaica con seguimiento solar más grande del mundo, su ejecución requirió la construcción de una subestación eléctrica.



Figura A.4.-

Arriba, vista a media distancia de Amareleja.
Abajo, Plaza de la República de Amareleja.





FICHA TÉCNICA:

.Nombre: Central solar fotovoltaica de Amareleja.
 .Ubicación:
 Freguesia: Amareleja.
 Municipio: Moura.
 Distrito: Beja.
 Año construcción: 2007-2008.

.Potencia pico: 45,78 megavatios (MWp).

.Nº Seguidores: 2.520 uds.
 .Superficie ud: 140,76 m2.
 .Superficie total: 354.715,20 m2.
 .Tipo: Baja concentración, 2 ejes. (seguimiento acimutal).

.Nº Subestaciones: 1 uds.
 (Eleva la tensión de 20 a 60 KV).
 .Nº Cto. Transformación: 70 uds.
 (Elevan el voltaje de 0,22 a 20 KV).
 Centro de control: 1 ud.

.Nº Módulos: 262.080 uds.
 .Módulos por seguidor: 104 ud.
 .Superficie módulo: 1,32 m2.
 .Tipo: Células silicio multicristalino.
 Total células: 12.579.840 uds.

.S. Campo Solar: 2.500.000 m2.
 Nº Accesos: 3.

.Consumo suelo: 54.608 m2/MWp.

Figura A.5.-

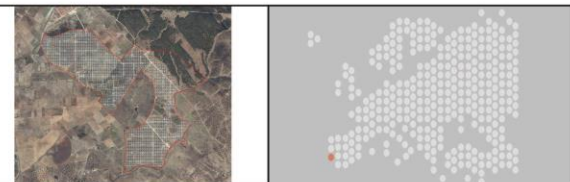
Ortofoto, con el perímetro de la intervención delimitado, de la central fotovoltaica con seguimiento de Amareleja. .





Figura A.6.-

Vista aérea de la central fotovoltaica con seguimiento de Amareleja.



La central solar de Amareleja, se dispone sobre el terreno mediante una configuración irregular. El perímetro general de la planta queda determinado por la estructura de propiedad. Su campo solar se adecua, en función de la zona, obedeciendo a distintos condicionantes. La presencia de elementos naturales como afloramientos rocosos, manchas vegetales de encinas y pinos o de una pequeña garganta, resultan claves en la conformación de vacíos interiores y el propio borde. Dentro del perímetro de la instalación vive un rebaño de ovejas merinas que contribuyen al mantenimiento de la vegetación del campo solar. Esta correspondencia con las preexistencias del lugar contribuyen a la integración de la central solar.

La tecnología empleada, con seguidores a dos ejes, proporciona un campo solar menos denso respecto a otras tipologías fotovoltaicas. El aspecto de su campo solar, con vacíos internos y un sustrato similar al entorno, conserva la orografía natural y sólo se ve interrumpido por el trazado de las vías interiores y de acceso. Estas vías son de tierra compactada, como los caminos rurales presentes en la zona. Su tránsito está controlado, así como la velocidad seguida, al objeto de minimizar el levantamiento de polvo que pueda reducir la eficiencia de los módulos fotovoltaicos.

El perímetro ha sido ejecutado mediante una malla metálica en celosía de cierre, pintada en color verde, levantada del suelo en su parte inferior para permitir el tránsito de especies de la fauna local (conejo, anfibios, etc.).

Otras actuaciones destinadas a consolidar el vínculo con el entorno ha sido la restauración de una serie de pozos tradicionales preexistentes, con alta valoración social en zonas secas como el Bajo Alentejo, o la recuperación de una antigua laguna. El lenguaje arquitectónico del centro de control de la planta fotovoltaica pretende dialogar con la arquitectura tradicional de la zona. Finalmente una de las puertas de acceso ha sido decorada con un mural de recuerdo al aeródromo que ocupó los terrenos de la central solar fotovoltaica de Amareleja.

Des del punto de vista del paisaje, la central solar fotovoltaica ha transformado la vertiente sur de Amareleja. La proximidad al núcleo de población, a menos de 300 metros en algunos puntos, hace que sea visible desde distintos lugares de la trama urbana. No obstante, la orografía ondulada del enclave ha sido aprovechada para la plantación de especies vegetales (pinos de repoblación fundamentalmente) con la intención de crear pantallas visuales.



Seguidor solar, vista frontal.



Seguidor solar, vista dorsal.



Seguidores solares y encinas en el campo solar.



Edificio principal, centro de control.



Subestación eléctrica.



Tendidos eléctricos.

Figura A.7.-

Principales elementos de la central fotovoltaica con seguimiento de Amareleja.





Centro de transformación.



Pozo tradicional recuperado.



Ovejas merinas a la sombra.



Laguna recuperada del campo solar.



Canalización superficial de agua .



Perímetro del campo solar.

Figura A.8.-

Principales elementos de la central fotovoltaica con seguimiento de Amareleja.



Para calibrar el grado de aceptación social de la central solar hemos procedido a preguntar directamente a los vecinos de Amareleja. A continuación recogemos alguno de los resultados obtenidos:

- Consulta nº 1: Mujer 50 años.
“Antes era más bonito con los pinos aunque no me disgusta. Crea muy poco empleo para Amareleja”.
- Consulta nº 2: Hombre 60 años.
“Me gustaba más antes aunque ahora es más útil. No me molesta. Lo malo es que crea poco empleo porque la fábrica se fue a Moura”.
- Consulta nº 3: Mujer 35 años.
“No me gusta nada y además apenas da puestos de trabajo”.
- Consulta nº 4: Hombre 50 años.
“Me gustaban los olivos y árboles que había antes, aunque estamos tranquilos porque sabemos que la central es inocua. Genera muy poco trabajo”.

- Consulta nº 5: Hombre 60 años.
“Yo no vivo en Amareleja. A mí no me disgusta aunque los vecinos se quejan de que sólo dio trabajo durante la construcción”.
- Consulta nº 6: Mujer 45 años.
“Me gusta aunque sería bueno que se pudiera visitar de forma más sencilla. También estaría bien que hubiera bajado el precio de la electricidad para los vecinos de Amareleja”.

Una de las primeras conclusiones que podemos extraer de la serie de consultas es que la edad media del municipio es elevada, por lo que se trata de personas que han conocido el emplazamiento de la central con anterioridad a su instalación. La segunda cuestión a reseñar es que los temas que levantan mayor interés son el paisaje y la repercusión económica de la planta. Y es que la tasa de paro del Bajo Alentejo es de las más altas de Portugal. Debemos reseñar que si bien durante la construcción se dio empleo a unas 350 personas, en la actualidad trabajan 15 personas para mantenerla operativa.



Figura A.9.-

Vistas de la central solar fotovoltaica con seguimiento de Amareleja.





Figura A.10.-

Vistas de la central solar fotovoltaica con seguimiento de Amareleja.





Figura A.11.-

Vista panorámica de la central solar fotovoltaica con seguimiento de Amareleja.





Figura A.12.-

Vista panorámica de la central solar fotovoltaica con seguimiento de Amareleja.





Figura A.13.-

Vista panorámica de la central solar fotovoltaica con seguimiento de Amareleja.





Figura A.14.-

Vista panorámica de la central solar fotovoltaica con seguimiento de Amareleja.



REFERENCIAS DE LAS FIGURAS :

Figura A.1. Arriba, típico paisaje del Bajo Alentejo. Abajo, el río Ardila junto a la freguesia de Santo Amador.

Fuente: Elaboración propia.

Figura A.2. Arriba, molino de viento de Granja (Mourão). Abajo, molino del río Ardila a su paso por Santo Amador (Moura).

Fuente: Elaboración propia.

Figura A.3. Instalación solar fotovoltaica de la freguesia de Brinches, municipio de Serpa.

Fuente: Elaboración propia.

Figura A.4. Arriba, vista a media distancia de Amareleja. Abajo, Plaza de la república de Amareleja.

Fuente: Elaboración propia.

Figura A.5. Ortofoto, con el perímetro de la intervención delimitado, de la central fotovoltaica con seguimiento de Amareleja.

Fuente: Acciona.

Figura A.6. Vista aérea de la central fotovoltaica con seguimiento de Amareleja.

Fuente: Acciona.

Figura A.7. Principales elementos de la central fotovoltaica con seguimiento de Amareleja.

Fuente: Elaboración propia.

Figura A.8. Principales elementos de la central fotovoltaica con seguimiento de Amareleja.

Fuente: Elaboración propia.

Figura A.9. Vistas de la central solar fotovoltaica con seguimiento de Amareleja.

Fuente: Elaboración propia.

Figura A.10. Vistas de la central solar fotovoltaica con seguimiento de Amareleja.

Fuente: Elaboración propia.

Figura A.11. Vista panorámica de la central solar fotovoltaica con seguimiento de Amareleja.

Fuente: Elaboración propia.

Figura A.12. Vista panorámica de la central solar fotovoltaica con seguimiento de Amareleja.

Fuente: Elaboración propia.

Figura A.13. Vista panorámica de la central solar fotovoltaica con seguimiento de Amareleja.

Fuente: Elaboración propia.

Figura A.14. Vista panorámica de la central solar fotovoltaica con seguimiento de Amareleja.

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO II.- ASPECTOS LEGALES.....

A.1.- Marco Normativo en la Unión Europea.

A.2.- Marco Normativo en el Estado Español.

A.3.- Marco Normativo en Andalucía.

A.4.- Bibliografía.

A.1 MARCO NORMATIVO DE LA UNIÓN EUROPEA :

Con carácter previo comentar que la legislación europea relativa a la promoción de las energías renovables ha evolucionado notablemente en los últimos años. El futuro marco de actuación para el periodo posterior a 2020 está en proceso de debate.

La estrategia seguida por la Unión Europea (UE) en materia energética presta especial atención a la seguridad en el abastecimiento y a la protección del medio ambiente.

La ratificación del “Protocolo de Kioto” por los Estados miembros de la UE pone de manifiesto la apuesta medioambiental de la política energética comunitaria. Y en consecuencia, para la UE, las fuentes de energía renovables y su *“promoción es objetivo prioritario por razones de seguridad y diversificación del suministro de energía, de protección del medio ambiente y de cohesión económica y social”* (Directiva 2001/77/Ce).

En la primera etapa de la regulación de las energías renovables, se aprobó el **Libro Blanco de 1997** sobre las fuentes de energía renovables, y con arreglo a él, la UE se impuso el siguiente objetivo para 2010: generar el 12% del

consumo de energía y el 22,1% del consumo eléctrico a partir de fuentes renovables. La **Directiva 2001/77/CE relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en el mercado interior de la electricidad** sentó las bases del marco comunitario para el mercado interior de la electricidad y fijó objetivos indicativos para cada Estado miembro. Esta Directiva obligaba a los Estados miembros a adoptar y publicar un informe con los objetivos nacionales respecto de la energía producida a partir de fuentes de energía renovables y las medidas propuestas para alcanzarlos. Estos objetivos debían estar en sintonía con los compromisos adquiridos en Kioto.

También regulaba la evaluación de los objetivos y medidas adoptadas a nivel nacional y a nivel comunitario:

- *A nivel nacional exigía a los Estados miembros la publicación bianual de un informe que analice el nivel de cumplimiento de los objetivos, los factores climáticos que influyen en el mismo y la compatibilidad de las medidas adoptadas con los compromisos de Kioto.*

- *A nivel comunitario exigía a la Comisión la publicación bianual de un informe basado en los informes nacionales que puede presentar propuestas relativas a los objetivos nacionales y obligar a su cumplimiento.*

Tras la ampliación de la Unión en 2004, se estableció un nuevo objetivo para la UE: Que el 21 % de la electricidad generada sea a partir de fuentes de energía renovables.

Se aprueba entonces una nueva Directiva sobre energías renovables, la **Directiva 2009/28/CE sobre el fomento del uso de las energías de fuente renovable**, por la que se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE, adoptada el 23 de abril de 2009, que estableció que, para 2020, un 20% del consumo de energía en la UE tenía que proceder de fuentes renovables, cuota desglosada en subobjetivos vinculantes a escala nacional teniendo en cuenta las diferentes situaciones de partida de los Estados miembros. Además, todos los Estados miembros deben alcanzar, para 2020, una cuota del 10% de energía procedente de fuentes renovables en los combustibles usados para el transporte. La Directiva también cita mecanismos que los Estados miembros pueden aplicar para alcanzar sus respectivos objetivos, sistemas de apoyo, garantías de origen, proyectos conjuntos, cooperación entre

distintos Estados miembros y con terceros países, así como criterios de sostenibilidad para los biocarburantes.

Los Estados miembros adoptaron en 2010 Planes de Acción nacionales en materia de energías renovables. En concreto, en España, esta Directiva se encuentra recogida en la legislación española en el Plan de Energías Renovables 2011-2020 y en el Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020.

Finalmente haremos mención a la **Directiva 2009/72/EC sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad** que tiene como objetivo establecer normas comunes en materia de generación, transporte, distribución y suministro de electricidad. También define las obligaciones de servicio universal y los derechos de los consumidores, y aclara las obligaciones en materia de competencia. El objetivo es la consecución de un mercado de la electricidad competitivo, seguro y sostenible desde el punto de vista medioambiental.

Los Estados miembros podrán imponer a las empresas eléctricas obligaciones de servicio público en relación con la seguridad, incluida la seguridad del suministro, la regularidad, la calidad y el precio de los suministros, así como la protección del medio ambiente, incluida la eficiencia energética.

A.2 MARCO LEGAL VIGENTE EN EL ESTADO ESPAÑOL :

El sector de las energías renovables es un sector regulado, por lo que el marco normativo es fundamental para conocer su evolución y su funcionamiento. El marco regulatorio del sector incluye, como pilar fundamental, la Ley del Sector Eléctrico y su normativa de desarrollo, así como Planes y normas reguladoras de la energías renovables.

Entre esta normativa destacan especialmente:

- Plan de Energías Renovables (PER) 2011-2020.
- Real Decreto 413/2014 por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Orden Ministerial 1045/2014 por la que se aprueban los parámetros retributivos.
- Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la

estabilidad financiera del sistema eléctrico, que recoge un conjunto de medidas de carácter urgente y de amplio alcance destinadas a garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico, y con impacto en todas las actividades del sector eléctrico.

- La Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico consolida los principios generales fijados en el Real Decreto-ley 9/2013 y se configura como la disposición central del nuevo marco normativo del sector eléctrico.
- Ley 54/1997, de 27 noviembre, del sector eléctrico
- Real Decreto-ley 2/2013, de 1 de febrero, de medidas urgentes en el sistema eléctrico y en el sector financiero.
- Real Decreto-ley 29/2012, de 28 de diciembre, de mejora de gestión y protección social en el

Sistema Especial para Empleados de Hogar y otras medidas de carácter económico y social.

- Ley 15/2012, de 27 de diciembre, de medidas fiscales para la sostenibilidad energética.
- Real Decreto-ley 1/2012, de 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos.
- Real Decreto-ley 13/2012, por el que se transponen directivas en materia de mercados interiores de electricidad y gas y en materia de comunicaciones electrónicas y por el que se adoptan medidas para la corrección de las desviaciones por desajustes entre los costes e ingresos de los sectores eléctrico y gasista.
- Real Decreto-ley 20/2012 de medidas para garantizar la estabilidad presupuestaria y de fomento de la competitividad.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto-ley 14/2010, de 23 de diciembre, por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico.
- Real Decreto 1614/2010, de 7 de diciembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica a partir de tecnologías solar termoeléctrica y eólica.
- Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados

aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

- Real Decreto-ley 6/2009, de 30 de abril, por el que se adoptan determinadas medidas en el sector energético y se aprueba el bono social.
- Ley 17/2007 por la que se modifica la Ley 54/1997, que adapta la Ley del Sector Eléctrico a la Directiva 2003/54/CE sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad.
- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1028/2007, de 20 de julio, por el que se establece el procedimiento administrativo

para la tramitación de las solicitudes de autorización de instalaciones de generación eléctrica en el mar territorial.

Normativa de histórica.- Antes de analizar las referidas normas de aplicación, haremos un breve repaso de la evolución normativa del sector de las energías renovables desde su origen:

La regulación de las energías renovables en España comienza en los primeros años de 1980. La Ley 82/1980 de conservación de la energía tenía la finalidad de hacer frente a la crisis del petróleo y reducir la dependencia del exterior. En los siguientes años España aprueba el Plan Energético Nacional 1991-2000 que incentiva la producción con energías renovables. En la década de los años 90, la Ley 40/94 del sistema eléctrico nacional acuña el concepto de *Régimen Especial* para las energías renovables.

El Real Decreto 2366/1994 sobre producción de energía eléctrica por instalaciones hidráulicas, de cogeneración y otras abastecidas por recursos o fuentes renovables, regula la energía eléctrica del Régimen Especial. Este Real Decreto incluye en el Régimen Especial instalaciones, de residuos,

plantas de cogeneración, plantas que utilizan calor residual y centrales hidráulicas, de potencia menor o igual a 100 MVA. El precio de venta de la energía se fija en función de las tarifas eléctricas, en función de la potencia instalada y del tipo de instalación, constando de un término de potencia y de un término de energía, además otros complementos.

Es la Ley 54/1997 del Sector Eléctrico la que diferencia la producción en Régimen Ordinario de la producción en Régimen Especial y determina el marco retributivo para cada uno de los dos regímenes, estableciendo que las energías renovables deberían alcanzar el 12% de la demanda energética total en 2010. El Régimen Ordinario establece el sistema de mercado para funcionar y el Régimen Especial tiene un funcionamiento distinto. Para algunas instalaciones como la cogeneración, biomasa, residuos, y de potencia instalada hasta 50MW, se prevé la posibilidad de incorporar su energía excedentaria al sistema, en cuyo caso recibirían el precio medio final del mercado más una prima. Para otros casos como la energía solar, eólica, geotérmica, energía de las olas, mini hidráulica, se prevé participar directamente en el mercado en cuyo caso recibirían una prima y, en su caso, una remuneración por garantía de potencia y por servicios complementarios, pero el mercado les imputa el coste de los desvíos.

Posteriormente el Real Decreto 2818/1998, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energías renovables, residuos y cogeneración (posteriormente derogado por el RD 436/2004), dispone que las primas del Régimen Especial deberían ser actualizadas anualmente y revisadas cada 4 años.

El Plan de Fomento de las Energías Renovables (PFER) del año 1999 señala objetivos de crecimiento de las energías renovables señalando que la producción con energías renovables deberá ser del 12% del consumo de energía primaria en 2010.

El Real Decreto-ley 6/2000, de medidas urgentes de intensificación de la competencia en mercados de bienes y servicios, apuesta claramente por las energías renovables mediante su incentivación para participar en el mercado. En éste sentido, prevé la posibilidad de contratos de venta de energía con comercializadores, y establece una cantidad determinada en concepto de garantía de potencia para las instalaciones del Régimen Especial.

El Real Decreto 1663/2000 sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión, simplifica las condiciones de conexión de estas instalaciones de hasta 100 kVA.

El Real Decreto 841/2002 desarrolla el RD-Ley 6/2000, y establece la obligatoriedad de participación en el mercado para las instalaciones de potencia inferior a 50 MW, que quedan incluidas en el Régimen Ordinario. También regula, para las instalaciones de producción de energía eléctrica en Régimen Especial, su participación en el mercado de producción a través de incentivos, determina las obligaciones de información de sus previsiones de producción y la adquisición por los comercializadores de la energía eléctrica producida. Permite la opción de contratación entre generadores en Régimen Especial y comercializadores. Igualmente establece una prima específica para aquellas instalaciones que utilicen únicamente energía solar térmica como energía primaria para la generación eléctrica.

El Real Decreto 436/2004, que deroga al RD 2818/1998 establece forma de proceder para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en Régimen Especial, desarrolla la Ley del Sector Eléctrico y establece el

esquema legal y económico para el Régimen Especial. Así, la instalación sujeta al Régimen Especial tiene dos alternativas para la remuneración de la energía eléctrica generada: 1.- Vender la electricidad a la empresa distribuidora a tarifa regulada cuyo importe depende de la potencia y de los años transcurridos desde la fecha de puesta en marcha de la instalación. 2.- Vender la electricidad libremente en el mercado a través ofertas gestionadas por el operador del mercado, o bien, a través de un contrato bilateral o a plazo con una comercializadora, percibiendo por ello, en cualquiera de los casos, el precio de mercado más un incentivo por participar en él, así como, en su caso, una prima.

El Plan de Energías Renovables (PER) 2005-2010 sustituye al PFER y sigue estableciendo el compromiso de generar con fuentes renovables al menos el 12% de la energía generada en 2010, y recoge objetivos comunitarios. Aumenta el objetivo de las energías eólica (de 9.000 MW a 20.155 MW) y solar (en la solar fotovoltaica se pasa de 135 a 400 MW; en la solar térmica de 309 ktep a 809 ktep; y la solar termoeléctrica multiplica sus objetivos pasando de 200 MW a 500 MW.)

El Real Decreto 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, hace obligatorio la incorporación de

instalaciones solares térmicas y paneles fotovoltaicos en ciertas edificaciones.

El Real Decreto-Ley 7/2006 por el que se adoptan medidas urgentes en el sector energético, desvincula la variación de las primas del Régimen Especial de la Tarifa media eléctrica o de Referencia.

El Plan de Energías Renovables para el periodo 2011-2020.

Este Plan se configura como la continuación del PER 2005-2010 e incluye la incorporación de objetivos comunitarios conforme a lo prescrito en la Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, la cual establece objetivos mínimos vinculantes para el conjunto de la Unión Europea y para cada uno de los Estados miembros. La citada Directiva establece como objetivo conseguir un 20% de energía a partir de energías renovables en el consumo final bruto de energía de la Unión Europea, el mismo objetivo establecido para España, y una cuota mínima del 10% de energía procedente de fuentes renovables en el consumo de energía en el sector del transporte en cada Estado miembro para el año 2020.

El Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

El objeto de este Real Decreto era el establecimiento de un nuevo régimen jurídico para la actividad de producción de energía eléctrica en Régimen Especial y venía a sustituir al Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. Establece además un régimen económico transitorio para las instalaciones incluidas en las categorías a), b), c) y d) del Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo.

También suponía la determinación de una prima que complementara el régimen retributivo de aquellas instalaciones con potencia superior a 50 MW, aplicable a las instalaciones incluidas en el artículo 30.5 de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, y a las cogeneraciones. Y la determinación de una prima que complementara el régimen retributivo de las instalaciones de co-combustión de biomasa y/o biogás en centrales térmicas del régimen ordinario, independientemente

de su potencia, de acuerdo con lo establecido en el artículo 30.5 de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre.

En relación al régimen retributivo de las energías renovables, el Real Decreto 661/2007 establecía dos opciones de venta de energía:

- a tarifa regulada, precio fijo que recibe el productor por su energía vertida al sistema.

- o directamente en el mercado, percibiendo el precio negociado en el mismo más una prima, que tiene límite superior e inferior para ciertas tecnologías.

Según el Real Decreto 661/2007, la condición de instalación de Régimen Especial la otorgaba la Comunidad Autónoma correspondiente, siendo la inscripción definitiva de la instalación en el Registro administrativo de instalaciones de producción en Régimen Especial la condición necesaria para acceder al régimen económico regulado en el RD 661/2007, siempre que el objetivo de potencia instalada fijado para cada tecnología en el propio real decreto no haya sido cubierto.

Las instalaciones de energías renovables tienen prioridad de acceso de la red frente al resto de generadores; el operador del sistema y gestor de la red podrá denegar la solicitud de acceso, siempre que quede suficientemente justificada y ofrezca propuestas alternativas de acceso en otro punto de conexión o los refuerzos necesarios en la red de transporte para eliminar las restricciones de acceso. En lo relativo a la conexión, también los generadores renovables también tendrán prioridad frente al resto de generadores.

Real Decreto 1578/2008. Regula las instalaciones fotovoltaicas posteriores a la fecha límite de mantenimiento de retribución del Real Decreto 661/2007, modificando su régimen retributivo a la baja. Este Real Decreto 1578/2008 se basa en una serie de convocatorias con tope de potencia, en las que se conoce previamente la tarifa que recibirán las instalaciones que accedan a dicha convocatoria. Éstas instalaciones deberán inscribirse en el Registro administrativo de instalaciones de producción en régimen especial.

El **Real Decreto Ley 6/2009**, creó el Registro de Preasignación de Retribución de instalaciones de régimen especial. En este registro se incluían también las instalaciones eólicas previstas para su funcionamiento en los años 2010-2012.

Tenía el objeto de establecer un distinto sistema retributivo para las instalaciones de Régimen Especial, excepto para las instalaciones fotovoltaicas, reguladas en el RD 1578/2008. Entre sus objetivos también figuraba el garantizar la sostenibilidad del sistema desde el punto de vista técnico y económico.

El creado Registro de Preasignación de Retribución permitía conocer los proyectos que cumplen con las condiciones de poder ejecutarse, su volumen de potencia, el impacto en los costes de la tarifa eléctrica y su calendario.

La inscripción en este Registro de Preasignación pasa a ser condición necesaria para acogerse al régimen económico establecido en el RD 661/2007. Las instalaciones inscritas en el Registro de Preasignación deberían ser inscritas en el Registro administrativo de instalaciones de producción en régimen especial.

Se regula también un régimen transitorio necesario para garantizar la seguridad jurídica de las instalaciones de producción de energía eléctrica que ya habían realizado inversiones bajo el Real Decreto 661/2007 antes de la entrada en vigor del RD-Ley 6/2009. En éste sentido, los proyectos que

a la entrada en vigor de este Real Decreto Ley 6/2009 cumplieran todos los requisitos del Registro de Preasignación, salvo el referido al depósito del aval, podrían presentar su solicitud de inscripción en un plazo determinado, y contarían con un plazo adicional para cumplir con el requisito del aval.

Real Decreto 1614/2010, de 7 de diciembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica a partir de tecnologías solar termoeléctrica y eólica. Este Real Decreto se aplica a las instalaciones de los grupos b.1.2 y b.2.1 del artículo 2 del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, así como a aquellas de potencia superior a 50 MW de las mismas tecnologías, cuya retribución estuviera vinculada a la de las anteriores.

El citado Real Decreto pretende resolver determinadas cuestiones que habían resultado ser ineficientes en la aplicación del anterior Real Decreto-ley 6/2009, de 30 de abril, para las tecnologías eólica y solar termoeléctrica.

Las instalaciones de tecnología solar termoeléctrica y eólica tendrán derecho, en su caso, a percibir la cuantía

correspondiente a la prima equivalente o prima, dependiendo de la opción de venta elegida.

Real Decreto 1565/2010 que regula la producción de energía eléctrica en régimen especial para instalaciones fotovoltaicas. Viene a modificar los valores y porcentajes de energía reactiva para todas las instalaciones de Régimen Especial.

Situación actual de las energías renovables. Normativa de aplicación- La normativa que se ha ido aprobando en nuestro país, y que acabamos de comentar, ha tenido una finalidad fundamental que es la de fomento y desarrollo de las energías renovables. Sin embargo, a partir del año 2012, por distintos motivos, (políticos, de coyuntura económica, etc...), la normativa que se ha aprobado tiene una finalidad distinta, que está orientada fundamentalmente a la reducción del coste que suponen estas tecnologías renovables.

De esta forma, el **Real Decreto Ley 1/2012**, suspende los procedimientos de preasignación de retribución y suprime los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir renovables.

El cambio normativo que supone el citado Real Decreto-ley está justificado, según su Exposición de Motivos, por la compleja situación económica y financiera que atraviesa el Estado español, así como por la lucha contra el déficit tarifario. Y no afectan a las instalaciones en marcha ni a aquellas ya inscritas en el Registro de Preasignación.

Suprime, de esta forma, los incentivos económicos (tarifas reguladas, primas, límites, complemento por eficiencia, complemento por energía reactiva) para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica en Régimen Especial y para instalaciones de régimen ordinario de tecnologías asimilables a las incluidas en el Régimen Especial. También suspende los procedimientos de preasignación de retribución de instalaciones en régimen especial.

El Artículo 2 define claramente su ámbito de aplicación:

“1. El presente real decreto-ley será de aplicación a las siguientes instalaciones:

a) Aquellas instalaciones de régimen especial que a la fecha de entrada en vigor del presente real decreto-ley no hubieran resultado inscritas en el Registro de preasignación de retribución previsto en el artículo 4.1 del Real Decreto-ley

6/2009, de 30 de abril, por el que se adoptan determinadas medidas en el sector energético y se aprueba el bono social.

b) Aquellas instalaciones de régimen especial de tecnología fotovoltaica que a la fecha de entrada en vigor del presente real decreto-ley no hubieran resultado inscritas en el Registro de preasignación de retribución previsto en el artículo 4.1 del Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.

c) Aquellas instalaciones de régimen ordinario que a la fecha de entrada en vigor de este real decreto-ley no dispusieran de autorización administrativa otorgada por la Dirección General de Política Energética y Minas.

2. El presente real decreto-ley no será de aplicación a las instalaciones de régimen especial que hubieran presentado solicitud de inscripción en el Registro de preasignación de retribución, cuando el correspondiente plazo de resolución, en virtud de lo previsto en los apartados 2 y 3 del artículo 42 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, hubiera ya vencido a la fecha de su entrada en vigor.”

Se suprimen los valores de las tarifas reguladas, primas y límites previstos en el Real Decreto 661/2007 para todas las instalaciones que se encuentren en el ámbito de aplicación del Real Decreto Ley. Se suprimen el complemento por eficiencia y el complemento por energía reactiva.

Prevé la posibilidad de establecer reglamentariamente regímenes económicos específicos para determinadas instalaciones de régimen especial, así como el derecho a la percepción de un régimen económico específico. Para la determinación de los regímenes económicos específicos se podrá tener en cuenta la potencia instalada, el nivel de tensión de entrega de la energía a la red, la contribución efectiva a la mejora del medio ambiente, al ahorro de energía primaria y a la eficiencia energética, entre otros aspectos.

A continuación se aprueba el **Real Decreto-ley 13/2012**, por el que se transponen directivas en materia de mercados interiores de electricidad y gas y en materia de comunicaciones electrónicas y por el que se adoptan medidas para la corrección de las desviaciones por desajustes entre los costes e ingresos de los sectores eléctrico y gasista y también el **Real Decreto-ley 20/2012** de medidas para garantizar la estabilidad presupuestaria y de fomento de la competitividad.

En el año 2012 se aprueba la **Ley 15/2012 de medidas fiscales para la sostenibilidad energética**, que viene a regular nuevos impuestos para el sector eléctrico con el objetivo final y último de reducir el déficit eléctrico. De ésta forma se crea un impuesto para la producción de la energía eléctrica, que se aplica a la generación y a la incorporación de la energía al sistema eléctrico con el 7% de tipo impositivo. También se crea un canon por utilización de aguas continentales para la producción de energía eléctrica con un 22% de tipo impositivo. La Ley 15/2012 también excluye a la electricidad generada a partir de combustibles fósiles en instalaciones renovables de las primas e incentivos que venía percibiendo con la legislación anterior.

El **Real Decreto-ley 29/2012** viene igualmente a corregir y/o excluir los incentivos que recogía en anterior régimen económico para las instalaciones de Régimen Especial, que incumplan las obligaciones requeridas para su inscripción definitiva en el Registro de Preasignación.

El **Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico**, establece una serie de medidas de carácter urgente cuyo objetivo, una vez más, es

garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico, y que viene a catapultar la nueva normativa destinada suprimir incentivos y primas para las instalaciones del Régimen Especial.

Se abandona el modelo de incentivo que se había venido aplicando y se crea un marco regulatorio para las instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de energías renovables, cogeneración y residuos. Desaparece así lo que conocíamos como “Régimen Especial”, y todas las instalaciones de generación de energía eléctrica vienen a regirse por la misma normativa.

La nueva **Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico** establece -como Ley y no tan solo como norma reglamentaria- la misma filosofía y los mismos principios plasmados en el anteriormente citado Real Decreto-ley 9/2013. Es por tanto la norma central de éste nuevo régimen normativo de las energías renovables, y pretende la integración en un único texto todas las disposiciones legales aprobadas para adaptarlas al nuevo régimen normativo, y la adopción de medidas para garantizar la sostenibilidad económica del sector eléctrico.

De éste modo, en primer lugar, Ley 24/2013 revisa todas las leyes y reglamentos que constituían la propia Ley 54/1997 así como las que derivaban de ella, derogándola prácticamente en su totalidad.

En segundo lugar, la Ley regula el sector eléctrico con la finalidad clara de garantizar el suministro de energía eléctrica, y de adecuarlo a las nuevas necesidades de reducción de costes, eficiencia, seguridad del sistema, etc.

Define como actividades destinadas al suministro de energía eléctrica: la generación, transporte, distribución, servicios de recarga energética, comercialización e intercambios intracomunitarios e internacionales, así como la gestión económica y técnica del sistema eléctrico.

También debemos destacar el **Real Decreto-ley 2/2013, de 1 de febrero, de medidas urgentes en el sistema eléctrico y en el sector financiero**, en el que, entre otras medidas, se determina una nueva reducción de los costes regulados inicialmente previstos para el año 2013, articulada a través de la sustitución, en las metodologías de cálculo de la retribución de actividades eléctricas fijadas por la normativa del sector eléctrico, del Índice de Precios al Consumo (IPC) por otro

índice, el IPC a impuestos constantes sin alimentos no elaborados ni productos energéticos, cuyo valor es habitualmente inferior al IPC. También modifica el Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

El Real Decreto 413/2014 por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

Este Real Decreto viene a desarrollar el anterior Real Decreto-ley 9/2013. En él, las instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energías renovables, cogeneración y residuos, reguladas por el Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, se clasifican en las siguientes categorías:

- a) Productores que utilicen la cogeneración u otras formas de producción de electricidad a partir de energías residuales.
- b) Instalaciones que utilicen como energía primaria alguna de la renovables no fósiles: solar, eólica, etc.

c) Instalaciones que utilicen como energía primaria residuos con valorización energética no contemplados en b), que no cumplan con los límites de consumo establecidos e instalaciones que utilicen licores negros.

Las instalaciones pueden percibir durante su vida útil regulatoria, además de la retribución por la venta de energía a precios de mercado, una retribución específica compuesta de acuerdo a determinados parámetros.

La retribución a la inversión y, en su caso, la retribución a la operación, permiten cubrir los mayores costes de la instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de renovables, cogeneración de alta eficiencia y residuos, con el objetivo final de que puedan competir en nivel de igualdad con el resto de instalaciones generadoras de energía y puedan obtener una rentabilidad razonable.

La **Orden Ministerial 1045/2014** por la que se aprueban los parámetros retributivos de las instalaciones tipo aplicables a determinadas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos. En ésta Orden se fijan determinados parámetros retributivos que se definen, entre la retribución a la inversión y a

la operación, para cada una de las instalaciones tipo que se determinan en función de su tecnología, sistema eléctrico, potencia, antigüedad, etc. El otorgamiento del régimen retributivo específico se establecerá con carácter general mediante un procedimiento de concurrencia competitiva, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 14.7 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre.

También prevé, en consonancia con la normativa de rango superior ya citada, que las instalaciones que a la entrada en vigor del Real Decreto ley 9/2013, de 12 de julio, tuvieran reconocido el régimen económico primado tendrán derecho a la percepción del régimen retributivo específico.

A.3 MARCO LEGAL VIGENTE EN ANDALUCÍA :

Normativa aplicable en la Comunidad Autónoma Andaluza:

En el ámbito de la Industria: Al margen de la normativa estatal, que tiene carácter básico, en el ámbito de la Comunidad Andaluza resultan de aplicación las siguientes disposiciones normativas en las que se regula las autorizaciones, permisos y licencias que resultan necesario obtener para la implantación de las instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovable, sus instalaciones conexas y las instalaciones de producción de energía térmica (calefacción y/o frigorífica) a partir de fuentes de energía renovable:

1. Plan Andaluz de sostenibilidad energética 2007-2013 (PASENER.)
2. Ley 2/2007, de 27 de marzo, de fomento de las energías renovables y ahorro energético de Andalucía.
3. Decreto 2/2013, de 15 de enero, por el que se modifica el Decreto 169/2011, de 31 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Fomento de las Energías Renovables, el Ahorro y la Eficiencia Energética en Andalucía

4. Instrucciones 1/2007, conjunta de la Dirección General de Urbanismo y de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, en relación con los informes a emitir por la Consejería de Obras Públicas y Transporte sobre la implantación de actuaciones de producción de energía eléctrica mediante fuentes energéticas renovables previsto en el artículo 12 de la Ley 2/2007.
5. Decreto 50/2008, de 19 febrero que regula los procedimientos administrativos referidos a las instalaciones de energía solar fotovoltaica emplazadas en la Comunidad Autónoma de Andalucía.
6. Orden de 29 de febrero de 2008 (Orden 500 MW), por la que se regula el procedimiento para la priorización en la tramitación del acceso y conexión a la red eléctrica en Andalucía para la evacuación de la energía de las instalaciones de generación que utilicen como energía primaria la energía eólica, contempladas en el Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

En el ámbito del Medio Ambiente: Al margen de la normativa estatal en el ámbito territorial de Andalucía resultarán de aplicación las siguientes disposiciones normativas:

7. Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión de la Calidad Ambiental de Andalucía.
8. Decreto 297/1995, de 19 de diciembre, que aprueba el Reglamento de Calificación Ambiental de Andalucía.

En el ámbito del Urbanismo: En el ámbito territorial de Andalucía resultarán de aplicación las siguientes disposiciones normativas:

9. Ley 7/2002, de 17 de diciembre, de Ordenación Urbanística de Andalucía.
10. Ordenanzas municipales, que en su caso hayan podido dictar las Entidades Locales.

AMBITO DE LA INDUSTRIA:

1.- Plan Andaluz de sostenibilidad energética 2007-2013 (PASENER.)

El Plan Energético de Andalucía 2003-2006 (PLEAN) supuso un primer paso hacia el cambio de modelo energético en Andalucía, con la aprobación de objetivos muy ambiciosos en

materia de energías renovables, ahorro y eficiencia energética. El Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética (PASENER 2007-2013), aprobado por Decreto 279/2007, de 13 de noviembre, (BOJA nº 49 del 11/3/2008) (en adelante, PASENER) profundiza en esa senda, persiguiendo la aproximación a un nuevo modelo energético que dé respuesta a las necesidades de abastecimiento de energía de la sociedad andaluza sin generar desequilibrios ambientales, económicos y sociales, en el contexto de un desarrollo sostenible para Andalucía.

El PASENER establece entre los objetivos básicos de la Comunidad Autónoma el desarrollo industrial y tecnológico basado en la suficiencia energética, y entre los principios rectores contempla el impulso y desarrollo de las energías renovables, el ahorro y eficiencia energética. Para ello exhorta a los poderes públicos de Andalucía a potenciar las energías renovables y limpias, y a llevar a cabo políticas que favorezcan la utilización sostenible de los recursos energéticos, la suficiencia energética y el ahorro con el fin de evitar el cambio climático.

El PASENER estableció entre sus objetivos para el año 2013 los siguientes:

- Contar con un aporte de las fuentes de energía renovable a la estructura de energía primaria, con fines exclusivamente energéticos, del 18,3 %.
- Situar en torno al 39,1 % la potencia eléctrica instalada con tecnologías renovables frente a la potencia eléctrica total.
- Situar la producción bruta de energía eléctrica con fuentes renovables en el 32,2 % del consumo neto de energía eléctrica de los andaluces y andaluzas.
- Alcanzar un ahorro equivalente al 8 % de la energía primaria consumida con fines exclusivamente energéticos en 2006.
- Reducir la intensidad energética primaria en un 1 % respecto a la de 2006.
- Situar el consumo de biocarburantes respecto al consumo total de gasolinas y gasóleos en transporte en el 8,5 %.
- Situar el índice de calidad de servicio (TIEPI) en zonas urbanas en 0,86 horas, en zonas semiurbanas en 1,37 horas, en zona rural concentrada en 2,89 horas y en zona rural dispersa en 3,81 horas, lo que supondrá obtener un TIEPI para el conjunto de Andalucía de 1,56 horas.

- Hacer que el 80 % de los residentes en núcleos de entre 10.000 y 20.000 habitantes puedan acceder al suministro de gas natural.
- Reducir las emisiones de CO₂ por unidad de generación eléctrica en un 20 %.
- Evitar la emisión de 11 millones de toneladas de CO₂.
- Hacer que el aporte total de las fuentes de energía renovable represente el 27,7 % de la energía final consumida por las andaluzas y andaluces.

Para ello el PASENER contiene cuatro programas que implican a todos los actores del sistema energético andaluz (agentes económicos y sociales, administraciones públicas y ciudadanos). Cada uno de ellos se desarrolla en diferentes líneas de actuación y medidas abarcando entre los cuatro más de 100 medidas para alcanzar los objetivos señalados.

Un ejemplo de este desarrollo lo constituye la Orden de 25 de junio de 2008, por la que se crea el Registro Electrónico de Certificados de eficiencia energética de edificios de nueva construcción y se regula su organización y funcionamiento, de la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa.

2.- La Ley 2/2007, de 27 de mayo, de fomento de las energías renovables y del ahorro y eficiencia energética de Andalucía, establece la primacía en el uso de las energías renovables.

Decreto 2/2013, de 15 de enero, por el que se modifica el Decreto 169/2011, de 31 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Fomento de las Energías Renovables, el Ahorro y la Eficiencia Energética en Andalucía (BOJA núm. 12 de 17 de enero de 2013), Este Decreto viene a desarrollar la aplicación de la citada Ley 2/2007.

Andalucía ha apostado por la producción de electricidad con energías renovables, siendo pionera en el uso de la energía eólica y termo solar, contando con una gran experiencia en biomasa de la que hoy es la primera Comunidad Autónoma generadora de electricidad.

Las energías renovables producen energía térmica en forma de agua caliente, calefacción, gases calientes para secado u horneado de productos, vapor e incluso frío para las industrias y la climatización de nuestros edificios. En Andalucía, más de 1.500 empresas usan las energías renovables para producción de calor.

La Ley 2/2007 tiene como objeto fomentar el uso de las energías renovables, promover el ahorro y la eficiencia energética, desde su producción hasta su consumo, así como ordenar la utilización racional de los recursos energéticos en el territorio de la Comunidad Autónoma de Andalucía, bajo el principio de solidaridad colectiva en el uso de la energía.

La ordenación de las energías renovables comprende las fuentes naturales de las mismas, las áreas de captación, los instrumentos técnicos aplicados y las energías obtenidas.

Esta Ley tiene como finalidad última conseguir un sistema energético sostenible de calidad.

Las disposiciones de esta Ley están también dirigidas, en el marco de la planificación energética de la Junta de Andalucía, al cumplimiento de los planes, programas y normativa de la Unión Europea y de España en materia de ahorro y eficiencia energética y de fomento de las energías renovables, así como a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en territorio andaluz en consonancia con los compromisos adquiridos por el Estado Español con su adhesión al Protocolo de Kyoto.

La Junta de Andalucía es competente para elaborar y aprobar planes y programas en aplicación de esta Ley y del resto de la normativa vigente.

Los principios inspiradores de la Ley: a) La primacía en la producción y en la utilización de las energías renovables sobre el resto de las energías primarias. b) El impulso de las prácticas más viables que hagan posible el ahorro y la eficiencia energética, incluyendo el uso de sistemas que garanticen la transformación eficiente de las energías primarias en energía final. c) La solidaridad colectiva en el uso de la energía. d) La articulación territorial del sistema energético en base a una generación distribuida que suponga una minimización de las pérdidas en el transporte y distribución de la energía. e) La cooperación interadministrativa, cuando existan o concurren competencias del Estado, para la aprobación y gestión de instalaciones en tierra o en el mar comprendidas en el ámbito de aplicación de esta norma.

3.- Instrucción 1/2007 conjunta de la dirección general de urbanismo y de la dirección general de industria, energía y minas, en relación con los informes a emitir por la consejería de obras públicas y transportes sobre la implantación de actuaciones de producción de energía eléctrica mediante

fuentes energéticas renovables previstos en el artículo 12 de la ley 2/2007, de 27 de mayo, de fomento de las energías renovables y del ahorro y eficiencia energética de Andalucía.

4.- Decreto 50/2008, de 19 de febrero, por el que se regulan los procedimientos administrativos referidos a las instalaciones de energía solar fotovoltaica emplazadas en la Comunidad Autónoma de Andalucía.

El Decreto tiene por objeto establecer los distintos procedimientos administrativos aplicables a las instalaciones de producción de energía eléctrica con tecnología fotovoltaica (en adelante instalaciones solares fotovoltaicas) aisladas o conectadas a la red eléctrica, para su autorización, aprobación de proyecto o memoria técnica, declaración en concreto de utilidad pública, construcción, puesta en servicio, modificación, transmisión y cierre de las instalaciones. Asimismo tiene como objeto el reconocimiento de la condición de instalación de producción acogida al régimen especial y su inscripción provisional y definitiva en el Registro de instalaciones de producción en régimen especial de la Comunidad Autónoma.

5.- Orden de 29 de febrero de 2008 (Orden 500 MW), por la que se regula el procedimiento para la priorización en la

tramitación del acceso y conexión a la red eléctrica en Andalucía para la evacuación de la energía de las instalaciones de generación que utilicen como energía primaria la energía eólica, contempladas en el Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

AMBITO MEDIO AMBIENTAL:

6.- Ley 7/2007, de 9 de Julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental (GICA.)

El objeto de la presente Ley es establecer un marco normativo adecuado para el desarrollo de la política ambiental de la Comunidad Autónoma de Andalucía, a través de los instrumentos que garanticen la incorporación de criterios de sostenibilidad en las actuaciones sometidas a la misma. Son fines de la Ley:

a) Alcanzar un elevado nivel de protección del medio ambiente en su conjunto para mejorar la calidad de vida, mediante la utilización de los instrumentos necesarios de prevención y control integrados de la contaminación.

b) Garantizar el acceso de la ciudadanía a una información ambiental, así como una mayor participación social en la toma de decisiones medioambientales.

c) Promover el desarrollo y potenciar la utilización por el sector industrial y la sociedad en general de los instrumentos y mecanismos voluntarios para el ejercicio de una responsabilidad compartida que mejore la calidad ambiental.

d) Establecer los instrumentos económicos que incentiven una disminución de la incidencia ambiental de las actividades sometidas a esta Ley.

e) Regular un sistema de responsabilidad y reparación por daños al medio ambiente.

f) Promover la sensibilización y educación ambiental de los ciudadanos y ciudadanas en la protección del medio ambiente.

g) Promover la coordinación entre las distintas Administraciones públicas, así como la simplificación y agilización de los procedimientos de prevención, control y calidad ambiental.

7.- Decreto 297/1995, de 19 de diciembre, que aprueba el Reglamento de Calificación Ambiental de Andalucía.

El Reglamento tiene por objeto desarrollar el Capítulo IV del Título II de la Ley 7/1994, de 18 de mayo, de Protección Ambiental

La calificación ambiental es el procedimiento mediante el cual se analizan las consecuencias ambientales de la implantación, ampliación, modificación o traslado de las actividades incluidas en el Anexo Tercero de la Ley 7/1994, al objeto de comprobar su adecuación a la normativa ambiental vigente y determinar las medidas correctoras o precautorias necesarias para prevenir o compensar sus posibles efectos negativos sobre el medio ambiente.

Para la instalación de un Parque Eólico será necesario seguir el procedimiento de **Evaluación de Impacto Ambiental** de la instalación eólica de la cual se pretende la autorización, de conformidad con lo dispuesto en el Decreto 292/1995, de 12 de diciembre, sobre Reglamento de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

Igualmente, deberá cumplirse lo prescrito en la Ley Estatal: Ley 4/1989, de 27 de Marzo, de conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres.

En cuanto al procedimiento de **EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**, la Ley de Protección Ambiental determina que *“estarán sometidas al requisito de Evaluación de Impacto Ambiental las actuaciones, tanto públicas como privadas, que se lleven a cabo en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Andalucía, y que se hallen comprendidas en el anexo I de la Ley.”*

En este sentido, los titulares o promotores de las actuaciones enumeradas en el anexo del Decreto 293/1995, Reglamento de la Evaluación de Impacto Ambiental, entre los que se encuentran las promotoras de parques eólicos, de conformidad con el punto 4 que dice *“Instalaciones para el aprovechamiento de la energía eólica cuya potencia nominal total sea igual o superior a 1 MW.”*, deberán aportar un Estudio de Impacto Ambiental.

Se entiende por Estudio de Impacto Ambiental el conjunto de documentos que, de forma diferenciada, deben presentar los titulares de planes, programas, proyectos de construcción,

instalaciones y obras públicas o privadas, en el que se recoja y analice la información necesaria para evaluar las consecuencias ambientales de la actuación que se pretenda ejecutar.

El Estudio de Impacto Ambiental a realizar por los promotores contendrá, al menos, la siguiente información: *1. Descripción del proyecto y sus acciones. Examen de alternativas técnicamente viables y presentación de la solución adoptada. 2. Inventario ambiental y descripción de las interacciones ecológicas y ambientales claves. 3. Identificación y valoración de impactos en las distintas alternativas. 4. Propuesta de medidas protectoras y correctoras. 5. Programa de vigilancia ambiental. 6. Documento de síntesis.*

Una vez elaborado el Estudio de Impacto Ambiental, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento, el titular o promotor de la actuación lo presentará ante el órgano con competencia sustantiva (Delegación Provincial de la Consejería de Empleo y Desarrollo Tecnológico.) El Estudio de Impacto Ambiental será sometido al trámite de información pública, que se realizará por el órgano con competencia sustantiva antes de su remisión al órgano Ambiental. El órgano con competencia sustantiva remitirá el expediente al órgano ambiental

competente por razón del territorio en el plazo de 10 días (Delegación Provincial de la Consejería de Medio Ambiente), una vez que se haya completado, o en su caso, una vez haya concluido el trámite de información pública, y demás informes que procedan.

La Evaluación de Impacto Ambiental culminará con una Declaración de Impacto Ambiental por el órgano Ambiental (Delegación Provincial de la Consejería de Medio Ambiente). La Declaración de Impacto Ambiental es el pronunciamiento del órgano ambiental que determinará, a los solos efectos ambientales, la conveniencia o no de realizar el plan, programa o proyecto y en su caso, fijará las condiciones en que debe realizarse, en orden a la protección del medio ambiente y de los recursos naturales, teniendo en cuenta a este fin las previsiones contenidas en los planes ambientales vigentes. La Declaración de Impacto Ambiental incluirá las consideraciones apropiadas para realizar el seguimiento ambiental de la ejecución, desarrollo o funcionamiento y, en su caso, clausura de la actuación evaluada, de conformidad con el programa de vigilancia, prescripciones de control o criterios de seguimiento establecidos.

La Declaración de Impacto Ambiental se remitirá al órgano con competencia sustantiva, se hará pública, y tendrá carácter vinculante para éste órgano. Asimismo, sus condicionamientos se incorporarán a la autorización administrativa.

AMBITO URBANÍSTICO:

Ley 7/2002 de 17 de Diciembre, de Ordenación Urbanística de Andalucía, en adelante LOUA.

El régimen jurídico aplicable a la instalación de parques eólicos estaba definido por la LOUA en sus artículos: 14, 42, 43, 46 y 50 y siguientes.

Tras la publicación de la Ley 18/2003, de 29 de Diciembre, por la que se aprueban medidas fiscales y administrativas, el régimen jurídico aplicable a la materia ha cambiado considerablemente. En su artículo 164 se introduce la siguiente modificación:

«Se añade una nueva disposición adicional (séptima) a la Ley 7/2002, de 17 de diciembre, de Ordenación Urbanística de Andalucía, que queda redactada de la siguiente forma:

1. Durante el período de vigencia del Plan Energético de Andalucía 2003-2006, a los actos de construcción o instalación de infraestructuras, servicios, dotaciones o equipamientos vinculados a la generación mediante fuentes energéticas renovables, incluido su transporte y distribución eléctricas, no les será de aplicación lo previsto en el artículo 52.4 de la presente Ley. Estos actos tendrán una duración limitada, aunque renovable, no inferior en ningún caso al tiempo que sea indispensable para la amortización de la inversión que requiera su materialización.
2. En las autorizaciones de dichas actuaciones a otorgar por la Consejería competente en materia de energía, se incluirán las condiciones para el cumplimiento de lo dispuesto en el apartado 6 del artículo 52, entre ellas la necesaria prestación de garantía por una cuantía igual al importe de los gastos de restitución de los terrenos a su estado original, para lo que se deberá presentar proyecto de desmantelamiento y restitución.
3. Las actuaciones indicadas en el párrafo primero requerirán, además de las autorizaciones que procedan de acuerdo con el resto de las normas de aplicación, el otorgamiento de la

correspondiente licencia urbanística municipal, previo informe de la Consejería competente en materia de urbanismo.

4. A los expedientes de otorgamiento de licencia urbanística municipal en tramitación, les será de aplicación lo establecido en esta disposición, para lo cual los titulares de las construcciones o instalaciones deberán presentar ante la Consejería con competencias en materia de energía un proyecto de desmantelamiento y restitución de los terrenos, a fin de dictar resolución sobre el importe de la garantía mencionada en el párrafo segundo, antes de dicho otorgamiento.»

Con anterioridad a esta modificación para la instalación de parques eólicos en territorio andaluz, en suelo no urbanizable, era necesario, en criterio de la Administración Autonómica (Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía), la tramitación y aprobación de un Plan Especial que regulara y ordenara de forma racional la implantación de parques eólicos en un determinado municipio o municipios.

La modificación introducida en la LOUA permite la instalación de infraestructuras eólicas sin necesidad de tramitar un Plan Especial, ya que el legislador en su intento de fomentar las energías renovables, quiere hacer más ágil y rápida la

instalación, por ejemplo, de parques eólicos en Andalucía, y “libera” a los promotores de la “carga” de tramitar un Plan Especial que puede tardar meses en ser definitivamente aprobado.

En resumen, en el ámbito de los actos de construcción o instalación de infraestructuras eólicas, y durante la vigencia del PLEAN 2003-20061, la disposición adicional a añadir a la LOUA supondría la modificación de dicha LEY en lo siguiente:

- A estos actos no les será de aplicación lo dispuesto en el Art. 52.4 de la LOUA, es decir, no será necesaria la aprobación del pertinente Plan Especial o Proyecto de Actuación. Tampoco será necesario asegurar la prestación de garantía por cuantía mínima del 10 % del importe de la inversión para cubrir los gastos que puedan derivarse de incumplimientos e infracciones, así como los resultantes, en su caso, de las labores de restitución de los terrenos. Sí será necesaria la prestación de garantía por cuantía igual al importe de los gastos de restitución de los terrenos a su estado original.

- Las condiciones para el cumplimiento de lo dispuesto en el Art. 52.6 deberán ser recogidas en las autorizaciones administrativas a otorgar por la Consejería de Empleo y Desarrollo Tecnológico (competente en Energía.)
- Será necesario que la Consejería de Obras Públicas y Transportes (competente en Urbanismo) emita informe previo.
- Será necesario presentar (por parte de los promotores) proyecto de desmantelamiento y de restitución de los terrenos ante la Consejería de Empleo y Desarrollo Tecnológico (competente en Energía.)

Licencias urbanísticas a otorgar por el municipio correspondiente.

El artículo 169 de la LOUA señala que están sujetos a licencia urbanística los actos de construcción o edificación e instalación y de uso del suelo, incluidos el subsuelo y el vuelo, y en particular, “las obras de construcción, edificación e implantación de instalaciones de toda clase y cualquiera que sea su uso,

definitivas o provisionales, sean de nueva planta o de ampliación, así como las de modificación o reforma, cuando afecten a la estructura, la disposición Interior o el aspecto exterior, y las de demolición de las existentes, salvo el supuesto de ruina física inminente”, entre los que se encuadran la instalación de elementos que permitan el aprovechamiento de la energía eólica.

Por tanto será necesario, el proyecto de construcción, para obtener la licencia de obras que permita la instalación de un parque eólico.

La competencia y procedimiento para el otorgamiento de licencias urbanísticas vienen determinados por los Art. 171 y siguientes de la LOUA.

A.4 Referencias bibliográficas :

- La Directiva 2001/77/CE, relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de Fuentes de Energía Renovables en el Mercado Interior de la Electricidad.
- La Directiva 2009/28/EC sobre el fomento del uso de las energías de fuente renovable.
- La Directiva 2009/72/EC sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad.
- Plan de Energías Renovables (PER) 2011-2020.
- Real Decreto 413/2014 por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Orden Ministerial 1045/2014 por la que se aprueban los parámetros retributivos.
- Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad

financiera del sistema eléctrico, que recoge un conjunto de medidas de carácter urgente y de amplio alcance destinadas a garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico, y con impacto en todas las actividades del sector eléctrico.

- La Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico consolida los principios generales fijados en el Real Decreto-ley 9/2013 y se configura como la disposición central del nuevo marco normativo del sector eléctrico.
- Real Decreto-ley 2/2013, de 1 de febrero, de medidas urgentes en el sistema eléctrico y en el sector financiero.
- Real Decreto-ley 29/2012, de 28 de diciembre, de mejora de gestión y protección social en el Sistema Especial para Empleados de Hogar y otras medidas de carácter económico y social.
- Ley 15/2012, de 27 de diciembre, de medidas fiscales para la sostenibilidad energética.

- Real Decreto-ley 1/2012, de 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos.
- Real Decreto-ley 13/2012, por el que se transponen directivas en materia de mercados interiores de electricidad y gas y en materia de comunicaciones electrónicas y por el que se adoptan medidas para la corrección de las desviaciones por desajustes entre los costes e ingresos de los sectores eléctrico y gasista.
- Real Decreto-ley 20/2012 de medidas para garantizar la estabilidad presupuestaria y de fomento de la competitividad.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto-ley 14/2010, de 23 de diciembre, por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico.
- Real Decreto 1614/2010, de 7 de diciembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica a partir de tecnologías solar termoeléctrica y eólica.
- Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto-ley 6/2009, de 30 de abril, por el que se adoptan determinadas medidas en el sector energético y se aprueba el bono social.
- Ley 17/2007 por la que se modifica la Ley 54/1997, que adapta la Ley del Sector Eléctrico a la Directiva 2003/54/CE sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad.

- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica.
- El Real Decreto 661/2007, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en Régimen Especial, sustituye al Real Decreto 436/2004.
- El Real Decreto 1028/2007, de 20 de julio, por el que se establece el procedimiento administrativo para la tramitación de las solicitudes de autorización de instalaciones de generación eléctrica en el mar territorial.
- La Ley 54/1997 del Sector Eléctrico.
- El Real Decreto 2818/1998, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energías renovables, residuos y cogeneración (derogado por el RD 436/2004.)
- El Plan de Fomento de las Energías Renovables (PFER), de 1999.
- El Real Decreto-ley 6/2000, de medidas urgentes de intensificación de la competencia en mercados de bienes y servicios, incentiva la participación en el mercado de las instalaciones del Régimen Especial.
- El Real Decreto 1663/2000 sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- El Real Decreto 436/2004 (que deroga al RD 2818/1998.)
- El Real Decreto-Ley 7/2006 por el que se adoptan medidas urgentes en el sector energético.
- Plan Andaluz de sostenibilidad energética 2007-2013 (PASENER.)
- Ley 2/2007, de 27 de marzo, de fomento de las energías renovables y ahorro energético de Andalucía.
- Decreto 2/2013, de 15 de enero, por el que se modifica el Decreto 169/2011, de 31 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Fomento de las Energías

Renovables, el Ahorro y la Eficiencia Energética en Andalucía.

- Instrucciones 1/2007, conjunta de la Dirección General de Urbanismo y de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, en relación con los informes a emitir por la Consejería de Obras Públicas y Transporte sobre la implantación de actuaciones de producción de energía eléctrica mediante fuentes energéticas renovables previsto en el artículo 12 de la Ley 2/2007.
- Decreto 50/2008, de 19 febrero que regula los procedimientos administrativos referidos a las instalaciones de energía solar fotovoltaica emplazadas en la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Orden de 29 de febrero de 2008 (Orden 500 MW), por la que se regula el procedimiento para la priorización en la tramitación del acceso y conexión a la red eléctrica en Andalucía para la evacuación de la energía de las instalaciones de generación que utilicen como energía primaria la energía eólica, contempladas en el Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula

la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

- Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión de la Calidad Ambiental de Andalucía.
- Decreto 297/1995, de 19 de diciembre, que aprueba el Reglamento de Calificación Ambiental de Andalucía.
- Ley 7/2002, de 17 de diciembre, de Ordenación Urbanística de Andalucía.

BIBLIOGRAFÍA

B.1.- Bibliografía general.

B.1 BIBLIOGRAFÍA GENERAL :

AGENCIA ANDALUZA DEL AGUA, *Breve guía del patrimonio hidráulico de Andalucía*, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, Sevilla, 2006, pp. 59.

AGENCIA ANDALUZA DE LA ENERGÍA, (<http://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/>).

AGENCIA ANDALUZA DE LA ENERGÍA, *Andalucía Renovable*. Agencia Andaluza de la Energía, Sevilla, 2011.

AGENCIA ANDALUZA DE LA ENERGÍA, *Datos energéticos de Andalucía*, Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo, (varios años).

AGENCIA ANDALUZA DE LA ENERGÍA, *Energías Marinas, recursos energéticos de Andalucía*. Agencia Andaluza de la Energía, Sevilla, 2011.

AGENCIA ANDALUZA DE LA ENERGÍA, *Molinos de marea*, Consejería de Economía, Innovación y Ciencia, Junta de Andalucía, Sevilla, 2010, pp. 4-5.

AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA, *Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid, 2005.

AGENCIA ESTATAL DE SEGURIDAD AÉREA, *Guía de señalamiento e iluminación de turbinas y parques eólicos*. Madrid, 2010.

AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA, (<http://www.iea.org/>).

ALEKLETT, Kjell, HÖÖK, Mikael, JAKOBSSON, Kristofer, LARDELL, Michael, SNOWDEN, Simon, SÖDERBERGH, Bengt, *The Peak of Oil Age*, Energy Policy, Volume 38, pp.1398-1414, 2010.

ALFONSO TEIXIDOR, L.F., *Sobre las recientes formas de crecimiento urbano y la urbanística: una nota sobre el caso español*, pp. 58, Cartas Urbanas nº 8, 2003.

ALTMAN, Robert, *Archivo*, (<http://www.altmanphoto.com/>).

AMBROISE, Règis, *“Paisaje y Agricultura: Un Proyecto Nuevo”*, en *Paisaje y ordenación del territorio*, Sevilla,

Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía, / Fundación Duques de Soria, 2002, pp. 230 –237.

AMNISTÍA INTERNACIONAL, (<http://www.amnesty.org/>).

ANNAN, Thomas, Collection of the Prentice and Paul Sack Photographic Trust of the San Francisco Museum of Modern Art, 1900.

ASOCIACIÓN EUROPEA DE LA INDUSTRIA FOTOVOLTAICA (EPIA), ‘SET For 2020’, (www.epia.org/).

AV Monografías, *Pragmatismo y paisaje*, número 91, Madrid, septiembre – octubre 2001.

AYUGA TÉLLEZ, Francisco, Gestión Sostenible de Paisajes Rurales: Técnicas e Ingeniería, Madrid, Fundación Alfonso Martín Escudero, 2001.

AZURMENDI, Luis, “*Molinos de marea*”, Fabrikart, Universidad del Paisa Vasco, 2005, pp 79.

BELTRÁN ADÁN, José, *Prototipo fotovoltaico con seguimiento del Sol para procesos electroquímicos*. CENIDET. Cuernavaca, Morelos 2007, pp.11.

BERBEL VECINO, Julio, GONZÁLEZ GRANADO, Inmaculada, *La biomasa en Andalucía*. Energías renovables: paisaje y territorio andaluz. Grupo de Estudios TEXTURA, Sevilla, 2010, pp. 190.

BERMEJO-BARÓ, M, *Mapa eólico nacional: resúmenes energéticos por comunidades autónomas*, Madrid, Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medioambiente, 1994.

BERNAL RODRÍGUEZ, Antonio Miguel, *Historia de la Compañía Sevillana de Electricidad (1894-1983), Cien Años de Historia*. Fundación Sevillana de electricidad. Sevilla, 1994, pp. 213.

BERQUE, A, *En el origen del paisaje*, Revista de Occidente 187, 1997.

BERTRÁN CASTELLVI, Jordi, Percepción / Transformación del Paisaje. Jornadas sobre recursos eólicos, Medina Sidonia – Cádiz, marzo 2002.

BETTINI, Virginio, *Elementos de ecología urbana*, Madrid, Trotta, 1998.

BILBAO, Armando, Diseño estructural, y SAROBE, Cecilio, *Tecnología de aerogeneradores. Componentes del*

aerogenerador, en Situación actual de la energía eólica: recursos, tecnología, aspectos medioambientales, normativa, Centro Nacional de Energías Renovables, CENER, Sarriguren (Navarra), enero 2005.

BORJA I SEBASTIÁ, Jordi, *Ciudadanía y espacio público*. Cultura urbana y cultura medioambiental. Foro la ciudad humanizada, Sevilla, febrero 2002.

BORJA I SEBASTIÁ, Jordi, *Casa y Libertad*. Diario El País, Madrid, miércoles 1-11-2006, pp. 15.

CABALLERO BONALD, José Manuel, *Andalucía*, Barcelona, Lunwerg Editores, 1989, pp. 24.

CALVINO, Italo, *Las ciudades invisibles*, Madrid, Ediciones Siruela S.A., 1994, pp. 15.

CÂMARA MUNICIPAL DO SEIXAL, *Moinhos de Maré do Ocidente Europeu: valorização do patrimonio cultural e natural como recurso de desenvolvimento*, Seixal, 2005.

CAMPO BUETAS, Francisco, AEF, *Jornadas técnicas: Por un futuro renovable*. SEO - Birdlife, Madrid, mayo 2011.

CANTERO, Elena y MARTÍ, Ignacio, *Evaluación del recurso eólico, en Situación actual de la energía eólica: recursos, tecnología, aspectos medioambientales, normativa*, Centro Nacional de Energías Renovables, CENER, Sarriguren (Navarra), enero 2005.

CARBAJO JOSA, Alberto, *Retos y oportunidades de la red eléctrica en el futuro*. Jornadas técnicas: Por un futuro renovable. SEO - Birdlife, Madrid, mayo 2011.

CARO BAROJA, Julio. *Historia de los molinos de viento, ruedas hidráulicas y norias*. IDAE. Madrid. 1995.

CASTEX, Jean, *Renacimiento, Barroco y Clasicismo. Historia de la arquitectura, 1420-1720*, Torrejón de Ardoz, Akal Arquitectura, 1994.

CENTRO DE INVESTIGACIONES SOBRE DESERTIFICACIÓN (CIDE), (<http://www.uv.es/cide>)

CENTRO NACIONAL DE ENERGÍAS RENOVABLES, *Situación actual de la energía eólica: recursos, tecnología, aspectos medioambientales, normativa*, CENER, Sarriguren (Navarra), 2005.

COHEN, J.E, *How Many People Can the Earth Support?*, W.W.Norton, New York, 1995.

COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, *European energy, transport and ghg emissions trends to 2050, reference scenario 2013*, Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, 2014.

COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, *Libro Verde. Hacia una futura política marítima de la Unión: perspectiva europea de los océanos y los mares*, Comisión de las Comunidades Europeas (COM), Bruselas, 2006, pp. 17.

COMISIONES OBRERAS, *Informe Energías Renovables y Creación de Empleo*, Madrid, 2001.

CONSEJERÍA DE CULTURA, *Paisaje y naturaleza en Al-Andalus*, Granada, Consejería de Cultura / Fundación El Legado Andalusi, 2004.

CONSEJERÍA DE EMPLEO Y DESARROLLO TECNOLÓGICO, *Plan Energético de Andalucía 2006-2013*. Junta de Andalucía, Sevilla, 2003, pp. 162.

CONSEJERÍA DE INNOVACIÓN, CIENCIA Y EMPRESA, *Situación de la biomasa en Andalucía*, Consejería de Junta de Andalucía, Sevilla, 2007.

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, *Andalucía y el medioambiente 2000-2010: 10 años del Ecobarómetro*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Cordoba, 2011, pp. 85.

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, *Breve guía del patrimonio hidráulico de Andalucía*, Agencia Andaluza del Agua, Junta de Andalucía, Sevilla, Sevilla, 2006.

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, *Estrategia Andaluza de Desarrollo Sostenible: Agenda 21 Andaluza*. Junta de Andalucía, Sevilla, 2003.

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, *Manual de sensibilización medioambiental*, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, 2002, pp. 135.

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, *Salinas de Andalucía*, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, 2004.

CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO, (<http://unfccc.int/>).

CÓRDOBA DE LA LLAVE, Ricardo, Tecnologías de las norias fluviales de tradición islámica en la provincia de Córdoba. II Coloquio Historia y Medio Físico. Agricultura y regadío en Al-Andalus, Almería, 1996. pp. 301 -302.

CORREIA DE ANDRADE, Manuel, en RESTREPO, Gloria. *Aproximación cultural al concepto de territorio*, Revista Perspectiva Geográfica, Bogotá, 1996.

CLÉMENT, Gilles, *Traité Succinct de L'art Involontaire*, Paris, Sens&Tonka Éditeurs, 1997.

CUENCA TORIBIO, José Manuel, *Historia General de Andalucía*, Editorial Almuzara, Córdoba, 2005, pp. 26-52.

DARREL M., Dodge, *Illustrated History of wind power development*. <http://telosnet.com/wind/index.html>., 2004.

DARWIN, Charles, *The Origin of Species*, Londres, John Murrap, 1859.

DE LUCAS, Manuela., FERRER, Miguel., JANSS, Guyonne .E., *Using wind tunnels to predict bird mortality in wind farms: the case os griffon vultures*, PLoS ONE. DOI: 10.1371/JOURNAL.PONE0048092, 2012.

DEPARTAMENTO DE SALUD PÚBLICA Y MEDIO AMBIENTE (PHE) de la Organización Mundial de la Salud (OMS), <http://www.who.int/world-health-day>.

DÍAZ CUEVAS, María del Pilar, *Tesis doctoral: Energía eólica y territorio. Potencialidades para la implantación de parques eólicos en Andalucía*. Departamento de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional. Universidad de Sevilla, 2013.

DIEZ DE VELASCO, Francisco, *La sacralización del agua termal en la Península Ibérica y el norte de África en el mundo antiguo*, Revista de Ciencias de las Religiones, Madrid, 1998, pp 180.

DIVISIÓN DE POBLACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS, *World urbanization prospects: the 1999 revisión: data tables and highlights*, 2000.

DIPUTACIÓN DE CÁDIZ, *Plan Especial Supramunicipal de Ordenación de Infraestructuras de los Recursos Eólicos en la Comarca de La Janda – Cádiz*, Cádiz, 2003.

EISENMAN, Peter y KWINTER, Sanford, Tensión disciplinar: territorios mutantes, en *Pragmatismo y paisaje*, AV Monografías, número 91, pp. 34-45, Madrid, septiembre – octubre 2001.

ESCUELA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL DE MEDIO AMBIENTE, *Informe de sostenibilidad en Andalucía 2004*, colección EOI MEDIO AMBIENTE, 2004.

EZQUIAGA, José María, *El porvenir de una ilusión. Elementos para una nueva cultura urbanística*, Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España, arquitectos nº 178, Madrid, CSCAE, 2006, pp. 85.

FARIÑA TOJO, José, *La indefensión del paisaje urbano*, El Blog de José Fariña, 14 de marzo de 2009.

FERNÁNDEZ DIEZ, Pedro, *Energía Solar*, Redsauce Engineering Services, Santander, 2009, pp. 120.

FERNÁNDEZ-GARCÍA, A., ZARZA, E., VALENZUELA, L., PÉREZ GARCÍA, M., *Parabolic-trough solar collectors and their applications*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 14 (7), 2010, pp. 1695-1721.

FLETCHER, Banister, *A History of Architecture*, Great Britain, Architectural Press, twentieth edition, 1996.

FOLCH, Ramón, *Ambiente, emoción y ética: actitudes ante la cultura de la sostenibilidad*, Barcelona, Ariel, 1998.

FORO NUCLEAR, *Energía 2011*, Madrid, 2011, pp. 278.

FROLOVA, Marina. Bertrand, Claude et Georges. *Une géographie traversière: L'environnement à travers territoires et temporalités*. Biblio 3W, Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales, Universidad de Barcelona, Vol. VIII, nº 432, 2003.

FUNDACIÓN SEVILLANA DE ELECTRICIDAD, *Cien años de progreso de la electricidad y su tecnología*, Compañía Sevillana de Electricidad, Cien Años de Historia. Sevilla, 1994.

GAARDER, Jostein, *El mundo de Sofía*, Ediciones Siruela, Madrid, 1994, pp. 74-76.

GALÍ-IZARD, Teresa, *Los mismos paisajes, ideas e interpretaciones*, Barcelona, Gustavo Gilli, SA, 2005.

GÁLVEZ MUÑOZ, Lina, *La mecanización en la fábrica de tabacos de Sevilla bajo la gestión de la compañía arrendataria de tabacos (1887-1945)*. Fundación Empresa Pública, Madrid, 1997, pp. 53.

GARCÍA LORCA, Federico, *Poeta en Nueva York. Tierra y luna*, Edición de Eutímio Martín, Barcelona, Crítica, 1981, pp. 307.

GARRIDO ARANDA, José Miguel, *Molinos de Andalucía*. III Jornadas Nacionales de Molinología: de la tradición al futuro, Murcia, 2002.

GAUSA, Manuel, *Doblant espais i temps*, en IaaC, Institut d'arquitectura avançada de Catalunya, *geoCat: territorios enlazados*, Barcelona, Actar, 2004.

GAUZIN-MÜLLER, Dominique, *Arquitectura Ecológica*, Barcelona, Gustavo Gilli, SA, 2002.

GEDDES, Patrick, *Cities in evolution: an introduction to the Town Planning Movement and to the Study of Civics*, Londres, Williams&Norgate, 1915.

GEORGE, Susan, *Otro mundo es posible si...*, Barcelona, Icaria Editorial e Intermon Oxfam, 2004, pp. 37.

GIL, A., MEDRANO, M., MARTORELL, I., LÁZARO, A., DOLADO, P., ZALBA, B., CABEZA, L., *State of the art on high temperature thermal energy storage for power generation*.

Part 1 – Concepts, materials and modellization. Renewable and Sustainable Energy Reviews 14 (1), 2010, pp. 31- 55.

GLOBAL FOOTPRINT NETWORK, *Ecological Footprints Atlas 2010*, Oakland, 2010, pp. 36.

GOICOLEA ZALA, Javier, *Azudes, molinos y otros aspectos de “Los Veintiún Libros de los Ingenios y Máquinas”*. Revista de Obras Públicas, Madrid, marzo 2000. pp. 63.

GÓMEZ RUIZ, Ricardo, *Molinos en el Río Odiel, un estudio de arqueología industrial en los límites de El Andévalo*. Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente, 2003.

GONZÁLEZ JIMÉNEZ, Manuel, “*Repartimientos andaluces del siglo XIII. Perspectivas de conjunto y problemas*”, Historia, instituciones, Documentos, Sevilla, 1987, pp 103-121.

GOYCOOLEA PRADO, Roberto, *Organización social y estructura urbana en las ciudades ideales de Platón y Aristóteles*. A Parte Rei, 2005, pp. 11.

GRAVES, Robert, *Los Mitos Griegos*, Madrid, Alianza Editorial, S.A., 1985.

GRUPO ADUAR, *Diccionario de Geografía Urbana, Urbanismo y Ordenación del Territorio*, Madrid, Ariel, 2000.

GRUPO TEXTURA, *Energías renovables: paisaje y territorio andaluz*. Grupo de estudios avanzados sobre territorio y medio ambiente Textura, Sevilla, 2010.

HALL, Peter. *Ciudades del mañana. Historia del urbanismo en siglo XX*. Ediciones del Serbal. Barcelona, 1996.

HIGUERAS, Ester, *Urbanismo Bioclimático*, Barcelona, Gustavo Gilli, SA, 2006.

HOBBSAWM, Eric, *La era de la Revolución: 1789-1848*, Crítica, Barcelona, 2003.

HORNEDO ROCHA, Braulio M. E., *El mito del progreso. Del orden inteligible en el caos del universo contingente*. CIDHEM, Cuernavaca, 2008, pp. 29.

IBERDROLA, *Manual sobre El Protocolo de Kioto, Informe de Síntesis*, Salamanca, 2005, pp. 54.

INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA, *Atlas Eólico de España*, IDAE, Madrid, 2009.

INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA, *Eficiencia energética y energía renovables*, IDAE, Madrid, 2000.

IZQUIERDO TOSCANO, José Manuel, *Energía eólica y territorio*. Universidad de Sevilla & Consejería de Obras Públicas y Transportes, Sevilla, 2008.

L. MCHARG, Ian, *Design with Nature*, New York, Falcon Press, 1969.

LEKUONA SÁNCHEZ, Jesús M., *Uso del espacio por la avifauna y control de la mortalidad de aves y murciélagos en los parques eólicos de Navarra durante un ciclo anual*, Navarra, Dirección General de Medio Ambiente de Navarra, 2001.

LÓPEZ CANDEIRA, José A., *Diseño urbano. Teoría y práctica*, Madrid, Editorial Munilla - Lería, 1999.

LUCIO VILLEGA, Antonio, Delegado de Red Eléctrica de España en Andalucía, *El mercado eólico de Andalucía. Las nuevas infraestructuras eléctricas de Andalucía*. II Jornadas Técnicas sobre Energías Renovables y Tecnologías del Agua, Roquetas de Mar – Almería, febrero 2004.

LUDIN, Adolfo, *Aprovechamiento hidroeléctrico del Río Negro. Lit. e Imp. del comercio*, Montevideo, 1930.

MANCOMUNIDAD DE MUNICIPIOS DE LA JANDA, *Plan especial supramunicipal de ordenación de infraestructuras de los recursos eólicos en la comarca de La Janda*, BOJA 183 de 19 de septiembre de 2006.

MARTÍN MUNICIO, Ángel, COLINO MARTINEZ, Antonio, (Dir.). *Diccionario Español de la Energía*, Ediciones Doce Calles, Aranjuez (Madrid), 2003.

MARTÍNEZ-VAL, José María, *Cien años de progreso de la electricidad y su tecnología, Compañía Sevillana de Electricidad, Cien Años de Historia*. Fundación Sevillana de electricidad. Sevilla, 1994.

MARZO CARPIO, Mariano, *El coste de la adicción al petróleo*, Diario El País, Madrid, 25-7-2011.

MATA OLMO, R., SANZ HERRÁIZ, C. (Dir.) (2003): *Atlas de los Paisajes de España*. Madrid, Ministerio de Medio Ambiente, 2003.

MEDINA QUESADA, M^a de los Ángeles, *Energía Hidráulica. Energías renovables: paisaje y territorio andaluz*. Grupo de Estudios TEXTURA, Sevilla, 2010.

MEINEL, Aden B y MEINEL, Marjorie P, *Aplicaciones de la energía solar*, Editorial Reverté, Barcelona, 1982, pp.36-39.

MEJÍA PRIETO J., MOLACHINO Justo R., Francisco, *Borges ante el espejo*, México, Editorial Lectorum, 2005, pp. 16-17.

MÉRIDA RODRÍGUEZ, Matías, LOBÓN MARTÍN, Rafael, PERLES ROSELLÓ, María Jesús, *Las plantas fotovoltaicas en el paisaje. Tipificación de impactos y directrices de integración paisajística*. Nimbus nº 25-26, 2010, pp.131.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO, *La energía en España*, Madrid, (varios años).

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y URBANISMO, *Ecoplan para la Isla de Gomera*. Monografías de la Dirección General del Medio Ambiente, MOPU, Madrid, A. Gómez et al., 1988.

MORENO ESCORZA, Javier, *La bodega: modelo de arquitectura sostenible*. Master Arquitectura, Energía i Medi Ambient, Barcelona, 2008. pp. 98.

MOYA, Luís, CANDELA, Celestino, EZQUIAGA, José M^a, LÓPEZ, Ramón, SUÁREZ, Luís, TRAPERO, Juan Jesús, *La Práctica del Planeamiento Urbanístico*, Madrid, Editorial Síntesis, 1996, pp. 22.

MUÑOZ MUÑOZ, J. Antonio, RUÍZ GARCÍA, Alfonso, *Itinerario por Cabo de Gata y Campos de Níjar, La cultura del agua como aproximación histórica y etnográfica*. Junta de Andalucía, Almería, 2002. pp. 64.

NACIONES UNIDAS, *Equidad y sostenibilidad: un mejor futuro para todos*, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Nueva York, 2011, pp. 23.

NACIONES UNIDAS, *Our Common Future*, Comisión Mundial de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Nueva York, 1987.

NELSON, Vaughn, *Wind Energy Renewable Energy ans the Envitoment*, Taylor&Francis Group, LLC, Boca Raton, 2009, pp. 67.

NUÑEZ ROMERO-BALMAS, Gregorio, *Origen e integración de la industria eléctrica en Andalucía y Badajoz, Compañía Sevillana de Electricidad, Cien Años de Historia*. Fundación Sevillana de electricidad. Sevilla, 1994, pp. 126 – 159.

OLMEDO GRANADOS, Fernando, *Otras construcciones de la sal*. Salinas de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 2004, pp. 68.

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA (IAEA), (www.iaea.org/).

ORTEGA CANTERO, Nicolás, *La imagen literaria del paisaje, en España Atlas de los paisajes de España*, Madrid, Ministerio de Medio Ambiente, 2004.

PANEL INTERGUBERNAMENTAL SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO, *Cambio climático. Informe de síntesis*, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), Ginebra, (varios años).

PEREC, G, *Especies de Espacios*, Montesinos, Barcelona, 1999, p. 97.

PÉREZ CANO, María Teresa, *Aprendiendo del pasado. Patrimonio racional. Energías renovables: paisaje y territorio andaluz*. Grupo de Estudios TEXTURA, Sevilla, 2010, pp. 60.

PÉREZ CASAS, Ángel, *Los gitanos y las cuevas, en Granada*. Gaceta de Antropología nº 1, 1982. pp. 7.

PÉREZ GARCÍA, Manuel, *Energía Solar en Energías renovables: paisaje y territorio andaluz*. Grupo de Estudios TEXTURA, Sevilla, 2010, pp. 171-187.

PÉREZ MARTÍN, Enrique, *Estudio histórico-tecnológico y representación gráfica de los molinos de viento de la Mancha, en la España de los siglos XVI al XIX, mediante técnicas de dibujo asistido por ordenador (DAO)*. Universidad Politécnica de Madrid, 2008. pp. 62.

PLATAFORMA PARA EL IMPULSO DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA Y EL AUTOCONSUMO ENERGÉTICO, (<http://www.consumetupropiaenergia.org/>).

PUIG, Pep, JOFRA, Marta. *Solar Fotovoltaica - Energías renovables para todos*. Haya Comunicación. Madrid, 2007, pp.3.

PUIG BOIX, Josep, *Energías sucias o energías limpias: esta es la cuestión, L'èconomia global del petroli i els seus efectes sobre el medi ambient*. Chapapote Festival. Barcelona, diciembre 2002.

QUERO, Damián, *Andalucía. Después del tropicalismo*, Urban nº 5, Madrid, 2001, pp. 102-121.

RAQUEJO, Tonia, *Land Art*, San Sebastian, Editorial Nerea, S.A., 1998.

REE, *Informe del sistema eléctrico español*, Madrid, (varios años).

REES. William E, *Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out Enviroment and Urbanisation*, Vol 4 nº 2, 1992.

REES, William E. y WACKERNAGEL, Mathis, *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. Gabriola Island, BC: New Society Publishers, 1996.

RIESGO CHUECA, Pascual, GÓMEZ ZOTANO, José, ÁLVAREZ SALA, Damián, *Región, comarca, lugar: escalas de referencia en la metodología del paisaje. Cuadernos Geográficos*, Universidad de Granada, nº 43 (2008-2), pp. 227-255.

RIVAS, J.L. SAN MARTÍN, I., STEINER, F., Introducción a la edición española de L. McHarg, Ian, *Proyectar con la naturaleza*, Barcelona, Gustavo Gilli, SA, 2000, pp.VII.

ROGERS, Richard y GUMUCHDJIAN, Philip, *Cities for a Small Planet*, London, Faber & Faber Limited, 1997.

RUANO, Miguel., *Ecourbanismo*, Barcelona, Gustavo Gilli, SA, 1999.

RUÍZ-CARO, Ariela, *El papel de la OPEP en el comportamiento del mercado petrolero internacional*, Santiago de Chile, Naciones Unidas, 2001.

RUÍZ HERNÁNDEZ, Valeriano, *El reto energético*, Córdoba, Almuzara, 2006.

RUIZ JIMÉNEZ, Ana, *Las salinas de la Malaha*. Universidad de Granada, Granada, 2010, pp. 10.

SAINZ GUTIÉRREZ, Victoriano, *El proyecto urbano en España: Génesis y desarrollo de un urbanismo de los arquitectos*, Sevilla, Editorial Universidad de Sevilla y Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía, 2006.

SÁNCHEZ JIMÉNEZ, Manuel, Dirección General de Investigación de la Comisión Europea, Instrumentos para la integración de las energías renovables. *II Jornadas Técnicas sobre Energías Renovables y Tecnologías del Agua*, Roquetas de Mar – Almería, febrero 2004.

SEGADOR VEGAS, Cosme, *Las centrales termosolares en Extremadura*, Agencia Extremeña de la Energía, Badajoz, julio 2009.

SEO BIRDLIFE, *Por un futuro renovable*, Madrid, 2011.

SORIA LASCORZ, Enrique, *Situación actual de la Energía eólica*. Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), Mayagüez, 2007.

SOUTO DE MOURA, Eduardo, *Entrevista* en 2G Revista Internacional de Arquitectura, número 5, Barcelona, Gustavo Gilli, SA, 1998.

SUÁREZ DE VIVERO, JL y MARTÍNEZ, I. (2007): An exercise in Stakeholder Analysis for a hypothetical offshore wind farm in the Gulf of Cadix. Science and Policy Integration for Coastal System Assessment SPICOSA. Departamento de Geografía Humana de la Universidad de Sevilla, Sevilla.

TERÁN ÁLVAREZ, Manuel, *Geografía de España y Portugal*. 5 Vols., Barcelona, Montaner y Simón, 1958.

THE CLUB OF ROME, (<http://www.clubofrome.org>).

THIRUGNANASAMBANDAM, M., INIYAN, S., GOIC, R., *A review of solar thermal technologies*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 14 (1), 2010, pp. 312- 322.

TORRES RAMOS, José Manuel, *El recurso eólico como energía alternativa, El mercado de la energía eléctrica*. Jornadas sobre recursos eólicos, Medina Sidonia – Cádiz, marzo 2002.

TOURAINÉ, Alain, *Diálogo: Culturas del Trabajo*, Forum Barcelona, *Barcelona*, 2004.

TROEN, I y PETERSEN, E.L., *European Wind Atlas*, Roskilde, RisØ National Laboratory, 1989.

UNESCO, *Hacia las sociedades del conocimiento*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, París, 2005, pp. 129.

UNIÓN EUROPEA, *Eu Ecolabel*, (www.ecolabel.eu).

VALENCIA RODRÍGUEZ, Rafael, *"Alcalá de Guadaira en la Alta Edad Media: la Historia de Qalat Chabir"*, Jornadas de Historia de Alcalá de Guadaira, Alcalá de Guadaira, 1987.

VÁZQUEZ ESPÍ, Mariano, *Una brevísima historia de la arquitectura solar*. Instituto Juan de Herrera. Madrid, 1997.

VÁZQUEZ MEDEL, Manuel Ángel, *La imagen de Andalucía en el espacio literario*, en Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, *Territorio y Patrimonio. Los Paisajes Andaluces*, Granada, Comares, 2003, pp. 186.

VIDAL CASTRO, Francisco, *Paisajes del agua en Al-Andalus*. Paisaje y Naturaleza en Al-Andalus. Fundación El Legado Andalús, Granada, 2004. pp. 145.

YÁÑEZ, Guillermo, *Arquitectura solar: aspectos pasivos, bioclimatismo e iluminación natural*, Madrid, MOPU, Dirección General para la Vivienda y Arquitectura, 1988.

ZOIDO NARANJO, Florencio. *Geografía y Ordenación del territorio*. Barcelona, Íber, Didáctica de las ciencias sociales. Geografía e Historia nº 16, 1998. pp. 19-31.

ZOIDO NARANJO, Florencio, *Hacia una estrategia general para la valoración de los paisajes andaluces*, en Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, Territorio y Patrimonio. *Los Paisajes Andaluces*, Granada, Comares, 2003.

ZOIDO NARANJO, Florencio, *Paisaje y ordenación territorial en ámbitos mediterráneos, Jornadas sobre el paisaje mediterráneo: opciones de multifuncionalidad*, Valencia, 2006.

ZOIDO NARANJO, Florencio. *Territorio y paisaje, conocimiento, estrategia y políticas*, en *Territorio, paisaje y sostenibilidad*. Ediciones del Serbal. Barcelona, 2010. pp. 87-114.

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE FIGURAS :

Figura 2.1. Relación entre el crecimiento de la población rural, las migraciones y el medio ambiente rural.

(57)

Figura 2.2. Demanda eléctrica por zonas en España.

(60)

Figura 2.3. Desequilibrios Generación - Demanda eléctrica en España.

(60)

Figura 2.4. Mapa de riesgo de desertificación.

(60)

Figura 2.5. Mapa mundial comparando la huella ecológica de cada país con su biocapacidad, 2007.

(62)

Figura 2.6. Simulación de cambios en la temperatura media anual del periodo 2071–2100 relativo al periodo 1961–1990.

(63)

Figura 2.7. Ilustración de las sinergias y concesiones entre equidad y sostenibilidad.

(65)

Figura 2.8. Logotipo de la etiqueta ecológica europea.

(67)

Figura 2.9. Otras etiquetas ecológicas.

(67)

Figura 2.10. Cumplimiento de los compromisos del Protocolo de Kioto en países de Europa.

(70)

Figura 2.11. Emisiones de Dióxido de Carbono por habitante en los países más contaminantes en 2008.

(72)

Figura 2.12. (Arriba) Posible aspecto de un sistema energético integrado en el futuro desarrollado a partir del programa Energía Inteligente para Europa. (Abajo) Logotipo del programa Energía Inteligente para Europa.

(74)

Figura 2.13. Marco esquemático representativo de los causantes e impactos antropógenos del cambio climático y de las respuestas a él, así como de sus vínculos.

(75)

Figura 2.14. Porcentaje de ciudadanos que saben decir que es el cambio climático. Ecobarómetro 2008.

(76)

Figura 2.15. Porcentaje de ciudadanos que afirman tomar medidas contra el cambio climático. Ecobarómetro 2009.

(76)

Figura 2.16. Esquema comparativo del Modelo Clásico de gobernanza de las ciencias, toma de decisiones lineal, en el que la sociedad civil es un receptor pasivo, frente a un nuevo Modelo del Público, toma de decisiones compartidas, en el que la sociedad civil participa activamente.

(77)

Figura 3.1. Evolución prevista de la estructura energética española.

(84)

Figura 3.2. Emisiones de Co2 por Combustible en España a 2020.

(84)

Figura 3.3. Precios e impuesto de la Gasolina 95 (arriba) y el Gasóleo (abajo) en la U2 (céntimos/litro) en febrero de 2012.

(84)

Figura 3.4. Esquema del sistema energético actual.
(87)

Figura 3.5. Evolución de la potencia instalada (datos en MW) por tipos de centrales en España.
(88)

Figura 3.6. Evolución prevista de coste de generación renovable hasta 2030.
(89)

Figura 3.7. Contribución de las diferentes tecnologías en puntas de demandas de la serie histórica 2005-2010.
(92)

Figura 3.8. Máxima demanda de potencia media horaria y de energía diaria en los últimos años en España.
(92)

Figura 3.9 Curva de demanda de energía en España.
(94)

Figura 3.10 Medidas de gestión de la demanda de energía. (97)

Figura 3.11 (Arriba) Consumo de energía primaria por fuentes en Andalucía. (Abajo) Consumo de energía final por fuentes en Andalucía.
(99)

Figura 3.12 (Arriba) Potencia instalada en régimen ordinario en 2010 en Andalucía. (Abajo) Potencia instalada en régimen especial en 2010 en Andalucía.
(100)

Figura 3.13. Interconexiones del sistema eléctrico español.
(104)

Figura 3.14. Los modelos de ordenación de las actividades sobre el territorio tienen un reflejo inmediato en el consumo y eficiencia de la energía, polución atmosférica, reciclaje etc.
(107)

Figura 3.15 Esquema de un sistema energético de futuro a partir del actual.
(109)

Figura 4.1. Fotografía de Knossos (Creta).
(116)

Figura 4.2. Plano de Mileto (Grecia Clásica).
(116)

Figura 4.3. Sección de la casa descrita por Sócrates.
(117)

Figura 4.4. Delfos (Grecia), las trazas se amoldan a la orografía.
(117)

Figura 4.5. Plano de la Villa Adriana en Tivoli (Italia).
(118)

Figura 4.6. Esquema de las relaciones entre la ciudad y su entorno.
(120)

Figura 4.7. Imagen de Glasgow a comienzos del siglo XX.
(120)

Figura 4.8. Fragmentos de la obra “Design with Nature”.
(121)

Figura 4.9. Baile en el Golden Gate Park, San Francisco, 1967.
(122)

Figura 4.10. Anillos Anuales (Annuals Rings), D. Oppenheim, 1968.
(122)

Figura 4.11. Primera fotografía de la Tierra desde la Luna, 1966.
(123)

Figura 4.12. Mapas y Figuras del Ecoplan de La Gomera.
(125)

Figura 4.13. Reflexión sobre la “cocina” de los procesos de crecimiento de las ciudades.
(127)

Figura 4.14. La proliferación de adosados es un característico paisaje urbano.
(129)

Figura 4.15. Playa del Algarrobico, Carboneras (Almería).
(129)

Figura 4.16. Los compromisos de Aalborg.
(132)

Figura 4.17. Municipios andaluces adheridos al programa Ciudad 21.
(134)

Figura 4.18. Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética (2007-2013).
(135)

Figura 4.19. Modelo territorial e infraestructuras eléctricas, PLEAN 2006-2013.
(136)

Figura 4.20. La intensidad del tráfico rodado, y la falta de alternativas de movilidad, se ha convertido en uno de los principales factores de aislamiento entre los habitantes de nuestras ciudades.
(137)

Figura 4.21. Los modelos de ordenación de las actividades sobre el territorio tienen un reflejo inmediato en el consumo y eficiencia de la energía, polución atmosférica, reciclaje etc.
(139)

Figura 4.22. Transformación de la franja litoral de la playa de La Ballena – Rota (Cádiz), 1956 (arriba) - 2012 (abajo).
(140)

Figura 4.23. Propuesta de ordenación del núcleo rural de El Almarchal, Tarifa (Cádiz).
(144)

Figura 4.24. Instalación minieólica aislada.
(145)

Figura 4.25. Central Termosolar, Sanlúcar la Mayor (Sevilla).
(146)

Figura 4.26. Área de exclusión para la implantación de parques eólicos en torno al núcleo rural de El Almarchal, Tarifa- Cádiz.
(147)

Figura 4.27. Esquema conceptual de vivienda autosuficiente.
(149)

Figura 4.28. Ropa tendida, Andalucía, 2010.
(150)

Figura 4.29. Instalaciones solares térmicas domésticas.
(150)

Figura 4.30. Fuente de transformación y uso de las energías renovables.
(151)

Figura 4.31. Parque eólico, Medina Sidonia (Cádiz).
(153)

Figura 5.1.- Veletas.
(160)

Figura 5.2.- Molino de viento de eje vertical, Afganistán año 945.
(161)

Figura 5.3.- Rueda de viento de eje vertical, China, siglo II a.C. F.H. King.

(161)

Figura 5.4.- Navegación a vela en el puerto de Marsella, año 2004.

(161)

Figura 5.5.- Diversos molinos de viento tradicionales de eje horizontal.

(163)

Figura 5.6.- Esquema del Molino del “Collao”, Cabo de Gata-Níjar.

(164)

Figura 5.7.- Maquinaria de molino, Vejer de la Frontera, Archivo Ducal Medina Sidonia.

(164)

Figura 5.8.- Localización molinos de viento de Vejer de la Frontera.

(165)

Figura 5.9.- Conjunto de molinos de viento en Vejer de la Frontera, La Janda (Cádiz).

(166)

Figura 5.10.- Molino del Collao, Campo de Níjar (Almería).

(167)

Figura 5.11.- Molino de El Almendro, El Andévalo (Huelva).

(167)

Figura 5.12.- Molineta de Rodalquilar, Campo de Níjar (Almería).

(168)

Figura 5.13. Vista actual de la meseta de Lassithi, Creta (Grecia).

(169)

Figura 5.14.- Plano y levantamiento idealizado de Stonehenge, Inglaterra, realizado por Inigo Jones en 1655.

(170)

Figura 5.15.- Factoría de salazones, de origen fenicio, “El Majuelo”, Almuñecar.

(171)

Figura 5.16.- Plano de la factoría de salazón de Baelo-Claudia, Tarifa.

(171)

Figura 5.17.- Catastro de Ensenada de las salinas de La Malahá, Granada.

(172)

Figura 5.18.- “Plano de las salinas de Bejer. Año de 1772”.

(172)

Figura 5.19.- Arriba, plano histórico de la Salina de San Isidro, Almonte. Abajo, fotografía aérea con el estado actual.

(173)

Figura 5.20.- Distribución de las salinas de Andalucía, buena parte de las mismas se encuentran sin actividad o desaparecidas.

(174)

Figura 5.21.- Soleo de la uva en redores de esparto.

(176)

Figura 5.22.- Paseros de la Axarquía.

(176)

Figura 5.23.- Esquema de una de las tipologías existentes de las casas cueva de Granada.

(178)

Figura 5.24.- Sección longitudinal de bodega semienterrada tradicional, Rioja Alta.

(179)

Figura 5.25.- Aguas termales en Alhama de Granada.

(179)

Figura 5.26.- Río Tinto, La Palma del Condado (Huelva).
(180)

Figura 5.27.- Algunos componentes de la noria de madera de la Albolafia, Córdoba.
(181)

Figura 5.28.- Sección constructiva y funcional de una molino de rueda vertical, siglo XVI.
(182)

Figura 5.29.- Esquemas funcionales de molinos de regolfo.
(183)

Figura 5.30.- Sección de un molino de cubo, río Odiel (Huelva).
(183)

Figura 5.31.- Localización, a partir de mapas antiguos, de molinos en el cauce alto del río Odiel (Huelva).
(184)

Figura 5.32.- Molinos del río Majaceite en el Parque Natural de la Sierra de Grazalema, entre Benamahoma y El Bosque (Cádiz).
(185)

Figura 5.33.- Primera representación gráfica conocida de un molino de marea ubicado en Puerto Real, Bahía de Cádiz, atribuida a Francisco Lobato del Canto en el siglo XVI.
(187)

Figura 5.34.- Sección del Molino de Río Arillo, Bahía de Cádiz.
(188)

Figura 5.35.- Molino de marea de Ossio, Puerto Real, Bahía de Cádiz.
(189)

Figura 5.36.- Molinos de marea del litoral onubense.
(191)

Figura 5.37.- Aerogenerador construido por Charles F. Brush en Cleveland, Ohio (Estados Unidos).
(193)

Figura 5.38.- Los avances en la aeronáutica revolucionaron la tecnología eólica a partir del empleo de nuevos diseños y materiales.
(194)

Figura 5.39.- Aerogenerador de Bourget (Francia), 1929.
(195)

Figura 5.40.- En esta secuencia podemos observar la evolución experimentada por los aerogeneradores más primitivos. Varían el modelo según el número de palas, la fijación al suelo, etc..
(197)

Figura 5.41.- Secuencia de grandes modelos experimentales de eje horizontal realizados por la NASA en los Estados Unidos.
(198)

Figura 5.42.- Panorámica de un parque eólico ubicado en Livermore, junto al área de San Francisco, en el estado de California.
(200)

Figura 5.43.- Desde el proyecto Vanguard (arriba), la presencia de paneles solares ha sido una constante en los satélites de la NASA.
(202)

Figura 5.44.- Paneles de energía solar fotovoltaica en el Parque N. de Doñana.
(203)

Figura 5.45.- En esta serie histórica sobre la evolución de los inventos vinculados a la energía solar térmica podemos reconocer formas y elementos que demuestran la vigencia de sus principios en la tecnología actual de aprovechamiento del recurso.
(205)

Figura 5.46.- Instalación solar térmica de agua caliente sanitaria en la Universidad de Almería.
(206)

Figura 5.47.- Vista aérea de la Plataforma Solar de Almería, Tabernas (Almería). Se pueden distinguir distintos tipos de equipos y tecnologías solares de concentración que hacen de estas instalaciones un centro de referencia internacional en la investigación solar.
(207)

Figura 5.48.- Gran nave de la Exposición de la Electricidad de París iluminada por Edison (arriba). Primer transporte de electricidad de H. Fontaine, Viena 1873 (abajo).
(208)

Figura 5.49.- Central Hidroeléctrica de Niágara, Buffalo (Estados Unidos), 1895.
(209)

Figura 5.50.- (Izquierda), Plano General de las Instalaciones del Proyecto de canalización y aprovechamiento de energía del Guadalquivir entre Córdoba y Sevilla. (Derecha), Fases de construcción de la presa del Jándula, Jaén.
(211)

Figura 5.51.- Cabeza del recalentador de una locomotora de vapor visto desde la caja de humos (Estados Unidos), 1922.
(212)

Figura 5.52.- Central mareomotriz del Rance, Bretaña (Francia), 1966. Abajo, esquema funcional de la central.
(213)

Figura 6.1. Sistema de medición de turbulencias en el viento.
(223)

Figura 6.2. (Arriba) Altura necesaria de pequeños aerogeneradores para salvar las turbulencias de un obstáculo. (Abajo) Efecto sobre el viento, velocidad y potencia, de las turbulencias generadas por un obstáculo.
(225)

Figura 6.3. (Arriba) Parque eólico sobre una cresta en Córcega, Francia. (Abajo) Parque eólico en una meseta, La Muela, Zaragoza.
(226)

Figura 6.4. Plano nº 8 del P. Especial de Zonificación de las Instalaciones Eólicas de Tarifa, en el que observamos el área de exclusión en torno al núcleo de El Almarchal.
(227)

Figura 6.5. Densidad de potencia media anual del viento en Andalucía a una altura de 80 metros.
(228)

Figura 6.6. El alba da paso a la primera luz del día.
(231)

Figura 6.7. Disposición de los sensores en una estación Radiométrica completa de la Agencia Estatal de Meteorología.
(232)

Figura 6.8. (Arriba) Comportamiento de las distintas capas de la atmósfera terrestre frente a las radiaciones solares. (Abajo) Fotografía del reflejo solar sobre la atmósfera terrestre desde el espacio.
(233)

Figura 6.9. (Arriba) Energía radiactiva solar incidente de onda corta y energía saliente de la Tierra de onda larga. (Abajo) Variabilidad del movimiento aparente del Sol para una latitud a lo largo de las distintas declinaciones del año.
(234)

Figura 6.10. Mapas de la Península Ibérica con la Irradiancia Global media, en el periodo 1983-2005, en las distintas estaciones climatológicas. De izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: primavera, verano, otoño e invierno.

(236)

Figura 6.11. Potencial hidroeléctrico en España (GWh/año), 1980.

(238)

Figura 6.12. Potencial energético de diversas fuentes marinas en Andalucía. De izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: potencial del gradiente térmico, potencial del gradiente salino, flujo de energía asociado al oleaje y potencial de las corrientes marinas.

(241)

Figura 6.13. Orígenes, tratamiento y destino de la energía de la biomasa.

(242)

Figura 6.14. Potencial de Biomasa en Andalucía.

(243)

Figura 6.15. Estructura interna de la Tierra.

(244)

Figura 6.16. Potencia de energía geotérmica instalada en Andalucía, 2012.

(245)

Figura 6.17. Mapas de zonas de interés geotérmico de Andalucía, 2009.

(246)

Figura 6.18. (Arriba) Aplicación doméstica de la minieólica. (Abajo) Aplicación en telecomunicaciones de la minieólica.

(250)

Figura 6.19. Existe una amplia variedad de modelos de aerogeneradores, en función de la orientación de su eje distinguimos: (Arriba) Aerogeneradores de eje vertical. (Abajo) Aerogeneradores de eje horizontal.

(252)

Figura 6.20. (Izquierda) Tripala de eje horizontal con torre en celosía. (Derecha) Tripala de eje horizontal con torre tubular.

(254)

Figura 6.21. (Izquierda) Esquema con los componentes de un aerogenerador tipo. (Derecha) Grupo de aerogeneradores en Andalucía.

(255)

Figura 6.22. Distintos tipos de células fotovoltaicas.

(257)

Figura 6.23. Invernadero.

(258)

Figura 6.24. (Izquierda) Esquema con los componentes de un Colector de Placa Plana (CPP). (Derecha) Esquema con los componentes de un Colector de Tubo de Vacío (CTV).

(260)

Figura 6.25. (Arriba) Esquema de un sistema solar de acondicionamiento de aire por absorción. (Abajo) Esquema de bomba de calor por energía solar para calefacción y refrigeración.

(262)

Figura 6.26. Esquema de una instalación solar térmica de baja temperatura doméstica para ACS y Climatización de Piscina exterior.

(263)

Figura 6.27. Esquemas de diferentes sistemas de aprovechamiento de la energía solar de concentración.

(265)

Figura 6.28. De arriba hacia abajo y de izquierda a derecha: espejos Fresnel, Disco parabólico (PSA), Concentradores Cilindro Parabólicos (PSA) y Receptor Central (PSA).
(266)

Figura 6.29. Vista y esquema de la instalación de almacenamiento térmico en sales fundidas de la Plataforma Solar de Almería.
(267)

Figura 6.30. Esquemas de transformación de la energía hidráulica en energía eléctrica.
(269)

Figura 6.31.
(Izquierda) Central de agua fluyente: (1) azud, (2) toma, (3) canal o túnel, (4) cámara de carga, (5) tubería forzada, (6) edificio de turbinas y generador y (7) canal de descarga.
(Derecha) Central de regulación propia: (1) presa, (2) toma, (3) tubería forzada, (4) edificio de turbinas y generador y (5) canal de descarga.
(270)

Figura 6.32. (Arriba) Tipo de turbinas. (Abajo) Ábaco de selección del tipo de turbina en función de la altura y el caudal.
(272)

Figura 6.33. Existe una amplia variedad de modelos de turbinas mareomotrices, destacamos las siguientes ubicadas en Bretaña (Francia): (Izquierda) Sección funcional de la central mareomotriz del Rance, 1967. (Derecha) Trabajos previos con una turbina del parque de Paimpol-Bréhat, 2012.
(274)

Figura 6.34.- Izquierda, boya undimotriz en la central de Santoña - Cantabria (arriba) y esquema funcional (abajo). Centro, atenuador undimotriz de las instalaciones de Agucadoura - Portugal (arriba) y en Orkney - Escocia (centro y abajo). Derecha, ingenio undimotriz modelo “bioWAVE” (arriba) e ingenio captador de corrientes marinas modelo “bioSTREAM” (abajo).
(276)

Figura 6.35. Planta de Biomasa, Oleícola El Tejar Ntra. Sra. De Araceli, S.C.A. El Tejar - Palenciana (Córdoba).
(277)

Figura 6.36. Instalación climatización mediante energía geotérmica, Jerez de la Frontera (Cádiz).
(278)

Figura 7.1. (Arriba) Esquema y componentes de un sistema minieólico eléctrico aislado. (Abajo) Esquema y componentes de un sistema minieólico de bombeo de agua.
(289)

Figura 7.2. Implantación territorial de parques eólicos en: (Arriba izquierda) Tarifa-Cádiz, (Abajo izquierda) El Granado-Huelva, (Arriba derecha) Tarifa-Cádiz, (Abajo derecha) Los Barrios-Cádiz.
(291)

Figura 7.3. Principales componentes de ocupación territorial del parque eólico “Los Llanos”, Casares – Málaga.
(294)

Figura 7.4. Elementos constitutivos del parque eólico “Los Llanos”, Casares – Málaga.
(295)

Figura 7.5. Esquema comparativo de los modelos de implantación más característicos de un parque terrestre ubicado en una loma, con forma orgánica adaptada al relieve, y un parque marino, con forma reticular.
(296)

Figura 7.6. Parque eólico marino de Thanet, Gran Bretaña.
(298)

Figura 7.7. Incendio registrado en la turbina de un aerogenerador ante un temporal de viento en Escocia.
(301)

Figura 7.8. Diversas fases de la construcción de un parque eólico en Medina Sidonia – Cádiz.
(303)

Figura 7.9. Diversas fases de la construcción de un parque eólico en Medina Sidonia – Cádiz.
(304)

Figura 7.10. Diversas fases de la construcción de un parque eólico en Medina Sidonia – Cádiz.
(305)

Figura 7.11. Efecto del Sol, sombras proyectadas, en un parque eólico de Tarifa (Cádiz).
(308)

Figura 7.12. Disposición y tipo de luminaria de señalamiento, en función de la altura, para aerogeneradores afectados por servidumbre aeronáutica.
(310)

Figura 7.13. Instrumento de medición del viento.
(311)

Figura 7.14. Registro de colisiones de rapaces en parques eólicos de Tarifa (Cádiz).
(313)

Figura 7.15. Sistemas fotovoltaicos aislados.
(317)

Figura 7.16. (Izquierda) Instalaciones solares térmicas de baja temperatura domésticas, Tarifa (Cádiz). (Derecha) Instalación solar térmica de baja temperatura de un edificio colectivo, Almería.
(319)

Figura 7.17 (Arriba) Fotovoltaica fija. (Abajo) Fotovoltaica con seguimiento a 2 ejes.
(320)

Figura 7.18 (Izquierda arriba) Central fotovoltaica en un espacio libre de un entorno urbano. (Izquierda derecha) Central fotovoltaica sin seguimiento en un ámbito rural. (Derecha) Central fotovoltaica con seguimiento en un ámbito no urbano.
(322)

Figura 7.19. Principales componentes de la central solar fotovoltaica de baja concentración sin seguimiento “TUSSAM”, Sevilla (Sevilla).
(325)

Figura 7.20. Principales componentes de la central solar fotovoltaica de baja concentración sin seguimiento “TUSSAM”, Sevilla (Sevilla).
(326)

Figura 7.21. Transformación del suelo a partir de la implantación de una central solar fotovoltaica ubicada en Dos Hermanas (Sevilla). De izquierda a derecha, evolución del terreno desde su estado originario en 1956 hasta el estado actual pasando por la fase de obras.
(328)

Figura 7.22. Principales componentes de ocupación territorial de la central solar fotovoltaica de baja concentración sin seguimiento “El Maestre”, Dos Hermanas (Sevilla).
(329)

Figura 7.23. Principales componentes de ocupación territorial de la central solar fotovoltaica de baja concentración sin seguimiento “El Maestre”, Dos Hermanas (Sevilla).
(330)

Figura 7.24. Principales componentes de ocupación territorial de la central solar fotovoltaica de baja concentración con seguimiento a dos ejes “El Copero”, Dos Hermanas (Sevilla).
(333)

Figura 7.25. Principales componentes de ocupación territorial de la central solar fotovoltaica de baja concentración con seguimiento a dos ejes “El Copero”, Dos Hermanas (Sevilla).
(334)

Figura 7.26 Arriba, central de receptor central en Sanlúcar La Mayor (Sevilla). Abajo, central de CCP en San José del Valle (Cádiz).
(335)

Figura 7.27. Arriba, torre con receptor central de cavidad. Abajo, torre con receptor central externo.
(339)

Figura 7.28. Principales elementos que materializan la ocupación territorial de la planta termosolar PS-20, de receptor central de cavidad. Sanlúcar la Mayor (Sevilla).
(341)

Figura 7.29. Principales elementos que materializan la ocupación territorial de la planta termosolar PS-20, de receptor central de cavidad. Sanlúcar la Mayor (Sevilla).
(342)

Figura 7.30. Principales elementos que materializan la ocupación territorial de la planta termosolar PS-20, de receptor central de cavidad. Sanlúcar la Mayor (Sevilla).
(343)

Figura 7.31. Principales elementos que materializan la ocupación territorial de la planta termosolar “Gemasolar”, de receptor central externo. Fuentes de Andalucía (Sevilla).
(344)

Figura 7.32. Principales elementos que materializan la ocupación territorial de la planta termosolar “Gemasolar”, de receptor central externo. Fuentes de Andalucía (Sevilla).
(345)

Figura 7.33. Principales elementos que materializan la ocupación territorial de la planta termosolar “Gemasolar”, de receptor central externo. Fuentes de Andalucía (Sevilla).
(346)

Figura 7.34. Principales elementos que materializan la ocupación territorial de la planta termosolar Solnova 4, concentradores cilindroparabólicos. Sanlúcar la Mayor (Sevilla).
(347)

Figura 7.35. Principales elementos que materializan la ocupación territorial de la planta termosolar Solnova 4, concentradores cilindroparabólicos. Sanlúcar la Mayor (Sevilla).
(348)

Figura 7.36. Arriba, cercado perimetral adaptado a la orografía. Abajo, cerramiento sobre un talud que altera la orografía natural.
(350)

Figura 7.37. Arriba, vista a distancia de una central de torre. Abajo, vista a distancia de una central de CCP.
(352)

Figura 7.38. Balsa de agua de una instalación termosolar.
(354)

Figura 7.39 Diversas modalidades de limpieza de los módulos solares.
(355)

Figura 7.40. Ejecución de obras diversas en la plataforma solar de “Solucar”, Sanlúcar la Mayor (Sevilla).
(357)

Figura 7.41. Evolución de las obras de ejecución de un huerto fotovoltaico, entre junio de 2008 y abril de 2009, en el término municipal de Jerez de la Frontera (Cádiz).
(358)

Figura 8.1. Infraestructuras en distintos contextos históricos.
(368)

Figura 8.2. Imagen que capta el movimiento de un parque eólico, subrayando la complejidad inherente a temas como la percepción del paisaje y su transformación.
(369)

Figura 8.3. El nacimiento de la primavera, dinastía Song del Norte. Atribuido a Guo Xi, hacia 1072. Museo Nacional del Palacio, Taipei (Taiwan).
(370)

Figura 8.4. Tablero de mármol que representa el "Hom" o árbol de la vida, siglo X, Medina Azahara (Córdoba).
(371)

Figura 8.5. "Paisaje con el embarco en Ostia de Santa Paula Romana", Claude Gellée (Claudio de Lorena), siglo XVII, Museo del Prado, Madrid, España.
(372)

Figura 8.6. "Vista del jardín de la Villa Medici", Diego Velázquez, siglo XVII, Museo del Prado, Madrid, España.
(373)

Figura 8.7. Grabados de la obra "Le Antichità Romane", Giovanni Battista Piranesi, siglo XVIII, Roma, Italia.
(374)

Figura 8.8. (Izquierda) "La Torre del Oro", David Roberts, siglo XIX, Museo del Prado, Madrid, España. (Derecha) "El Castillo de Alcalá de Guadaira", David Roberts, siglo XIX, Museo del Prado, Madrid, España.
(376)

Figura 8.9. Mapa de Paisaje con las Zonas de Incompatibilidad paisajística del Plan Especial del Esquema Sectorial de Infraestructuras de los Recursos Eólicos en Medina Sidonia y Paterna de Ribera, perteneciente a la comarca de La Janda (Cádiz).
(380)

Figura 8.10. Simulación del impacto paisajístico de un proyecto de parque eólico en La Janda.
(383)

Figura 8.11. Comparativa entre el grado de afección y de influencia del agente en cuestión de "*An Exercise in Stakeholder Analysis for a hypothetical offshore wind farm in the Gulf of Cadix*".
(386)

Figura 8.12. Pintada contra la implantación de parques eólicos en la comarca del Genal (Málaga).
(387)

Figura 8.13. Vista del paisaje rural del núcleo de El Almarchal -Tarifa (Cádiz).
(388)

Figura 8.14. Vista de un proyecto de viviendas bioclimáticas junto al núcleo rural de El Almarchal (Tarifa), con la presencia cercana de numerosos parques eólicos.
(392)

Figura 8.15. Sin referencias visuales sobre el enclave o algún hito característico resulta complicado reconocer a que ciudad corresponde la trama. San Francisco (EEUU).
(393)

Figura 8.16. Imágenes características del movimiento, a partir de las limitaciones del formato empleado, del paisaje urbano contemporáneo. A la izquierda, vista nocturna de la ciudad de Los Ángeles (EEUU). A la derecha un concurrido mercadillo de Londres (Reino Unido).
(398)

Figura 8.17. Detalle de "Camino del Calvario" en la que se observa la presencia dominante de un molino de viento. Brueghel el Viejo (1564), Museo Kunsthistorisches, Viena.
(399)

Figura 8.18. Interpretación daliniana sobre la construcción mental de Don Quijote ante la observación de los molinos de viento. “Ilustración de Don Quijote. Acuarela y tinta china sobre papel”, Salvador Dalí (1945).

(400)

Figura 8.19. Molino de viento adaptado a usos habitacionales en el entorno vinícola de la Provenza. Rousillón (Francia).

(402)

Figura 8.20. La incorporación de aerogeneradores al paisaje, como los de este parque eólico de Joshua Tree, California (EEUU), suscita miradas creativas similares a las inducidas por la aparición de los antiguos molinos de viento en su contexto histórico.

(404)

Figura 8.21. Parque eólico de Moncayuelo, Falces (Navarra). Pedro Salaberri, 2004.

(405)

Figura 8.22. Icono turístico de la provincia de Cádiz creado por el artista Antonio de Felipe.

(406)

Figura 8.23. Pasado y presente de la explotación eólica en el Cabo Corso, Córcega (Francia).

(407)

Figura 8.24. Diferentes grados de intrusión según el nivel de antropización del enclave: (Arriba) Autovía norteamericana. (Abajo) Costa francesa.

(409)

Figura 8.25. Los parques eólicos que se implantan en planicies, como este de Lagoa Funda ubicado en el Algarve (Portugal), precisan menor transformación del terreno.

(410)

Figura 8.26. Superposición de varios aerogeneradores de un parque eólico de Tarifa (Cádiz).

(411)

Figura 8.27. La incorporación masiva de aerogeneradores a un emplazamiento concreto, sin la realización de estudios que valoren su capacidad de acogida, puede propiciar la aparición de efectos sobre el paisaje como su fragmentación o la creación de pantallas. En la figura observamos la superposición de parques eólicos próximos a Joshua Tree, California (EEUU).

(412)

Figura 8.28. Aerogenerador en el parque eólico de Goulien, Bretaña (Francia).

(413)

Figura 8.29. Evolución del impacto visual en las franjas de afección media y alta de un aerogenerador, con altura de buje de 80 metros y diámetro de rotor de 77 metros, ubicado en el parque eólico “Roalabota” de Jerez de la Frontera, (Cádiz).

(415)

Figura 8.30. Evolución del impacto visual del parque eólico “La Manga”, Tarifa (Cádiz). (15 aerogeneradores, modelo AE-59 con 50-60 metros altura y 59 metros de diámetro del rotor).

(417)

Figura 8.31. Evolución del impacto visual del parque eólico “Energía Eólica del Estrecho”, Tarifa (Cádiz). (Repotenciado, 16 aerogeneradores, modelo E-70 con 57-113 metros altura y 71 metros de diámetro del rotor).

(418)

Figura 8.32. Evolución del impacto visual del parque eólico “Kw Tarifa”, Tarifa (Cádiz). (90 aerogeneradores, modelo 33-MVS con 25-31 metros altura y 33 metros de diámetro del rotor).

(419)

Figura 8.33. Evolución del impacto visual del parque eólico “Viento de Alcalá”, Alcalá de Los gazules (Cádiz). (21 aerogeneradores, modelo E-82 con 78-138 metros altura y 82 metros de diámetro del rotor).
(421)

Figura 8.34. Evolución del impacto visual del parque eólico “La Herrería”, Tarifa (Cádiz). (28 aerogeneradores, modelo ECO74 con 60-80 metros altura y 74 metros de diámetro del rotor).
(422)

Figura 8.35. Evolución del impacto visual del parque eólico “La Herrería”, Tarifa (Cádiz). (28 aerogeneradores, modelo ECO74 con 60-80 metros altura y 74 metros de diámetro del rotor).
(423)

Figura 8.36. Evolución del impacto visual del parque eólico “PESUR”, Tarifa (Cádiz). (Repotenciado, 21 aerogeneradores, modelo E-70 con 57-113 metros altura y 71 metros de diámetro del rotor).
(425)

Figura 8.37. Evolución del impacto visual del parque eólico “PESUR”, Tarifa (Cádiz). (Repotenciado, 21 aerogeneradores, modelo E-70 con 57-113 metros altura y 71 metros de diámetro del rotor).
(426)

Figura 8.38. Recreaciones virtuales de una proyecto de parque eólico marino ubicada a 3,5 kilómetros de la costa catalana.
(429)

Figura 8.39. Representación del Sol en las pinturas rupestres de “Lajedo de Soledade”, Apodi – Rio Grande Do Norte (Brasil).
(430)

Figura 8.40. Sello conmemorativo de la misión protagonizada por la sonda soviética “Luna 3” en el que se observan sus paneles solares. Año 1959.
(431)

Figura 8.41. (Arriba) Cartel de “2001: Una odisea del espacio”, (1968). (Abajo) Nave espacial con velas solares de la película “La guerra de las galaxias”, (1977).
(432)

Figura 8.42. (Arriba) El presidente Jimmy Carter inaugurando la instalación solar de la casa Blanca, (1979). (Abajo) Viñeta satírica sobre la instalación solar, (2014).
(433)

Figura 8.43. (Arriba) Aparatos domésticos alimentados por aplicaciones energéticas solares. (Abajo) Exposición de “Flores Solares Bailarinas” de Alexandre Dang.
(434)

Figura 8.44. Flores solares de la campaña publicitaria del Toyota Prius, Chicago (EEUU).
(435)

Figura 8.45. (Arriba) Central termosolar de Receptor Central externo. (Abajo) Central termosolar de Concentradores Cilindro-Parabólicos.
(437)

Figura 8.46. (Arriba) Campo solar de una Central termosolar de CCP. (Abajo) Campo solar de una central termosolar de Receptor Central de cavidad.
(438)

Figura 8.47. (Arriba) Vista distante del efecto de concentración de torres en Solúcar, Sanlúcar la Mayor (Sevilla). (Abajo) Vista del efecto pantalla en el borde de una Central de CCP.
(439)

Figura 8.48. Vista del haz de luces focalizado sobre el receptor ubicado en la torre de la central termosolar PS20 de Solúcar, Sanlúcar la Mayor (Sevilla).
(440)

Figura 8.49. Evolución del impacto visual de la central termosolar de receptor central externo “Gemasolar”, Fuentes de Andalucía (Sevilla). (Campo solar 185 hectáreas, 2.650 helióstatos, altura de torre 140 metros).

(442)

Figura 8.50. Vista de la central termosolar de receptor central externo “Gemasolar”, Fuentes de Andalucía (Sevilla). (Campo solar 185 hectáreas, 2.650 helióstatos, altura de torre 140 metros).

(443)

Figura 8.51. Evolución del impacto visual de la central termosolar de receptor central de cavidad “PS20”, Sanlúcar la Mayor (Sevilla). (Campo solar 78,50 hectáreas, 1.255 helióstatos, altura de torre 165 metros).

(445)

Figura 8.52. Evolución del impacto visual de la central termosolar de receptor central de cavidad “PS20”, Sanlúcar la Mayor (Sevilla). (Campo solar 78,50 hectáreas, 1.255 helióstatos, altura de torre 165 metros).

(446)

Figura 8.53. Evolución del impacto visual de la central termosolar de receptor central de cavidad “PS20”, Sanlúcar la Mayor (Sevilla). (Campo solar 78,50 hectáreas, 1.255 helióstatos, altura de torre 165 metros).

(447)

Figura 8.54. Evolución del impacto visual de la central termosolar de receptor central de cavidad “PS20”, Sanlúcar la Mayor (Sevilla). (Campo solar 78,50 hectáreas, 1.255 helióstatos, altura de torre 165 metros).

(448)

Figura 8.55. Vista de la central termosolar de receptor central de cavidad “PS20”, Sanlúcar la Mayor (Sevilla). (Campo solar 78,50 hectáreas, 1.255 helióstatos, altura de torre 165 metros).

(449)

Figura 8.56. Evolución del impacto visual del conjunto de centrales termosolares de CCP “SOLNOVA 1,2 y 4”, Sanlúcar la Mayor (Sevilla). Por cada planta: (Campo solar 115 hectáreas, potencia instalada 50 MW).

(452)

Figura 8.57. Evolución del impacto visual del conjunto de centrales termosolares de CCP “SOLNOVA 1,2 y 4”, Sanlúcar la Mayor (Sevilla). Por cada planta: (Campo solar 115 hectáreas, potencia instalada 50 MW).

(453)

Figura 8.58. Vista de la central termosolar de CCP “SOLNOVA 4”, Sanlúcar la Mayor (Sevilla). (Campo solar 115 hectáreas, potencia instalada 50 MW).

(454)

Figura 8.59. (Arriba) Huerto fotovoltaico en hileras, Ronda (Málaga). (Abajo) Central fotovoltaica con seguidores a dos ejes, Amareleja (Portugal).

(458)

Figura 8.60. (Arriba) Campo solar de HF en hilera sin seguimiento. (Abajo) Campo solar de HF con seguidores a dos ejes. Dos Hermanas (Sevilla).

(459)

Figura 8.61. Concentración de huertos fotovoltaicos de diversa tecnología en Arico, Santa Cruz de Tenerife (Canarias).

(460)

Figura 8.62. Vistas de huerto fotovoltaico fijo con inclinación 30º, promovido por Sunergy, ubicado junto a Acinipo en Ronda (Málaga). (Campo solar de 4,5 hectáreas, potencia instalada de 1,9 MW).

(462)

Figura 8.63. Vistas de huerto fotovoltaico fijo con inclinación 30° ubicado junto a Acinipo en Ronda (Málaga). (Campo solar de 5 hectáreas, potencia instalada de 1,5 MW).
(463)

Figura 8.64. Vistas del huerto fotovoltaico sin seguimiento “El Maestre”, Dos Hermanas (Sevilla). (Campo solar de 13 hectáreas, potencia instalada de 5,2 MW).
(465)

Figura 8.65. Vistas del huerto fotovoltaico sin seguimiento “El Maestre”, Dos Hermanas (Sevilla). (Campo solar de 13 hectáreas, potencia instalada de 5,2 MW).
(466)

Figura 8.66. Vistas del huerto fotovoltaico con seguimiento a dos ejes “El Copero”, Dos Hermanas (Sevilla). (Campo solar de 9,3 hectáreas, potencia instalada de 1 MW).
(468)

Figura 8.67. Vista de huerto fotovoltaico con seguimiento a dos ejes “El Copero”, Dos Hermanas (Sevilla). (Campo solar de 9,3 hectáreas, potencia instalada de 1 MW).
(469)

Figura 8.68. Aplicaciones solares de agua caliente sanitaria.
(472)

Figura 8.69. (Arriba) Instalación solar colectiva de paneles de ACS. (Abajo) Integración en fachada de aplicación solar fotovoltaica.
(473)

Figura 8.70. Vista del paisaje urbano desde un mirador turístico, a nivel de cubiertas, de la ciudad de Sevilla. Los paneles solares se han integrado como un elemento más entre el enjambre de antenas e instalaciones. Se requiere mayor regulación sobre este paisaje de azoteas y cubiertas urbanas.
(474)

Figura 8.71. Pavimento fotovoltaico en una plaza pública de Zadar (Croacia).
(475)

Figura 8.72. Prototipo de instalación fotovoltaica aplicada al mobiliario público.
(476)

Figura 8.73. Vista de las instalaciones fotovoltaicas de la empresa municipal de transportes de la ciudad de Sevilla. La gran pérgola que sostiene los módulos fotovoltaicos además de permitir la circulación de los autobuses, lo que explica sus elevadas dimensiones, habilita el espacio que cubre para su uso como cocheras.
(477)

Figura A.1. Arriba, típico paisaje del Bajo Alentejo. Abajo, el río Ardila junto a la freguesia de Santo Amador.
(580)

Figura A.2. Arriba, molino de viento de Granja (Mourão). Abajo, molino del río Ardila a su paso por Santo Amador (Moura).
(581)

Figura A.3. Instalación solar fotovoltaica de la freguesia de Brinches, municipio de Serpa.
(582)

Figura A.4. Arriba, vista a media distancia de Amareleja. Abajo, Plaza de la república de Amareleja.
(583)

Figura A.5. Ortofoto, con el perímetro de la intervención delimitado, de la central fotovoltaica con seguimiento de Amareleja.
(584)

Figura A.6. Vista aérea de la central fotovoltaica con seguimiento de Amareleja.
(585)

Figura A.7. Principales elementos de la central fotovoltaica con seguimiento de Amareleja.
(587)

Figura A.8. Principales elementos de la central fotovoltaica con seguimiento de Amareleja.
(588)

Figura A.9. Vistas de la central solar fotovoltaica con seguimiento de Amareleja.
(590)

Figura A.10. Vistas de la central solar fotovoltaica con seguimiento de Amareleja.
(591)

Figura A.11. Vista panorámica de la central solar fotovoltaica con seguimiento de Amareleja.
(592)

Figura A.12. Vista panorámica de la central solar fotovoltaica con seguimiento de Amareleja.
(593)

Figura A.13. Vista panorámica de la central solar fotovoltaica con seguimiento de Amareleja.
(594)

Figura A.14. Vista panorámica de la central solar fotovoltaica con seguimiento de Amareleja.
(595)

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS :

Parte I – tomo I:

1.- Planteamiento general.....1.

1.- Abordagem geral.....27.

2.- Energía, sociedad y medio ambiente.....53.

3.- Las renovables en el modelo energético.....81.

4.- Hacia una nueva cultura urbanística y del territorio...113.

Parte II - tomo II:

5.- Energías renovables. Antecedentes.....157.

6.- Energías renovables. Aprovechamiento.....219.

7.- Energías renovables. Incidencia territorial.....283.

8.- Energías renovables. Paisaje.....363.

Parte II - tomo III:

9.- Conclusiones y propuestas.....485.

9.- Conclusões e propostas.....531.

Anexos.....579.

Anexo I.- Estudio de caso.....579.

Anexo II.- Aspectos legales.....597.

Bibliografía.....629.

Índice de figuras.....645.

Índice general de contenidos.....663.

“Al alba conocí la obra. Puede ser de mil maneras, pero sólo de una”

Eduardo Chillida

